

العلم في حياتنا اليومية

الجزء الأول

حل المشكلات في عالم العلم...
أرضنا مخزن للمواد...



تأليف أولورن
هايس
مونتجومري
ترجمة دكتور صلاح عبد السلام
دكتور حماد الحسيني
مراجعة دكتور عبد الحكيم منتصر

هَذَا الْكِتَابُ

« ... سيري القارئ في هذا الكتاب الذي تقدم له ، كيف
خطا العلم بالانسان هذه الخطى الواسعة ، وكيف يسر اسباب
الحياة ، وسخر قوى الطبيعة وكيف درج بالانسان في مدارج
الرقى والقوة والدعة ، وكيف بدل بؤسه نعمة ، وشقاءه
سعادة ، وضعفه قوة ، ومرضه صحة . لقد طرق مؤلفو
الكتاب مختلف الميادين التي غزاها العلم ووفق الى فتح
مغاليقها وكشف حجبها ، فلم يتركوا أثراً من آثار العلم في
حياتنا الا تتبعوه في سهولة ويسر . فهنا العلم يقرع باب
الأمراض في عنف وقوة ، وانه ليجند لها واحدا بعد الآخر ،
فمن تيفوس ، الى تيفود ، الى جدري ، الى طواعين وأوبئة ،
كانت تعصف بالانسان عصفاً ، فاذا بالعلم يؤمن الانسان
حيالها ، ويكشف الأمصال التي تحميه من أخطارها ، وهناك
يغزو العلم ميادين اللدائن والعجائن والنيلون ، ثم انه ليرتاد
ميدان الآلات الكهربائية والالكترونية فيأتى فيها بكل عجب
بديع ؛ فهذه ثلاجات ، وغسالات ، ومواقد ، ومكانس . وفي
الزراعة جرارات ومحاريث . وفي ميدان الانتقال ، من دراجة
بخارية الى سيارة ، وقطار ، وطيارة ، وصاروخ . ومن
تليفون وتلغراف الى راديو وتليفزيون وسينما .. » .

من مقدمة الدكتور عبد الحليم منتصر

كتاب لا بد أن يقرأ

نشر بالإشتراك مع
مؤسسة فرانكلين للطباعة والنشر
القاهرة — نيويورك

العالم في حياتنا اليومية

الجزء الأول

تأليف : إ. أوبرن
إ. هيس
ج. منتجري

ترجمة : الدكتور أحمد محمد الحسيني
الدكتور صلاح الدين عبد السلام

مراجعة : الدكتور عبد الحليم منصر

الناشر : مكتبة النهضة المصرية

هذه الترجمة مرخص بها ، وقد قامت مؤسسة فرانكلين للطباعة والنشر
بشراء حق الترجمة من صاحب هذا الحق .

This is an authorized translation of "SCIENCE IN EVERYDAY
LIFE" by Ellsworth S. Obourn, Elwood D. Heise, and Gaylord
C. Montgomery. (Part ١). Copyright, 1953, by D. Van Nostrand
Company, Inc. Published by D. Van Nostrand Company, Inc.,
New York,

محتويات الكتاب

صفحة

العلم والحياة - مقدمة بقلم الدكتور عبد الحليم منتصر هـ - ح

المجموعة الأولى

حل المشكلات في عالم من العلم

نظرة إلى الأمام ٣

الفصل الأول - دنيا العلم التي نعيش فيها ٥

المجموعة الثانية

ارضنا مخزن للمواد

نظرة إلى الأمام ٣٤

الفصل الثاني - نحن نعيش في محيط من الهواء ٣٧

الفصل الثالث - الصور المختلفة للماء ٧٥

الفصل الرابع - الطقس والمناخ ١٠٥

الفصل الخامس - سطح الأرض في تغير مستمر ١٥١

الفصل السادس - كيف نحصل على المواد من الأرض ونستعملها... ١٨٥

المجموعة الثالثة

استهلاك الطاقة والتحكم فيها

نظرة إلى الأمام ٢٠٢

الفصل السابع - كيف نتحكم في الطاقة الحرارية ٢١٣

الفصل الثامن - كيف نتحكم في الضوء وكيف نستخدمه ٢٤٣

الفصل التاسع - كيف نحصل على الكهرباء وكيف نستخدمها ... ٢٧١

الفصل العاشر - تأدية أشغال العالم ٣١٥

العلم والحياة

للدكتور عبد الحليم منتصر

لقد غدا العلم قوة دافعة للحياة ، وأصبح ضرورة لا يّعدى عنها ، لا محيص من الاستفادة من آثاره ، سواء كانت هذه الفائدة مباشرة أم غير مباشرة ، بل انه ليؤثر في حياة بنى البشر جميعاً ، ألسنت ترى كيف بدل حياة الإنسان من حال إلى حال ، نقله من حياة بدائية كان يحياها قبل التاريخ إلى حياة مترفة ناعمة في العصر الحاضر ، فأين إنسان الكهف والغاية من إنسان الذرة والمذيع والطائرة ؟ بل أين الإنسان الذى كانت تسيطر عليه الطبيعة ، من إنسان القرن العشرين ، الذى آدان قواها له ، وسيطر على طاقاتها ، وسخر إمكانياتها .

لقد محت آية العلم ظلام الجهالة التى كان يعيش فيها الإنسان ، كان يؤمن بالخرافات ويخشى ظواهر الطبيعة من كسوف أو خسوف ، أو ريح عاصفة ، فهذه روح شريرة سببت الأمراض ، وهذه زلزلة أرضية ، أو زوبعة رملية جلبت الشر والضرر ، لقد أصبح الإنسان يؤمن بالعلم وسيلة للرقى والحضارة ، فجعل حياته سهلة ، أليس يتقن زمهرير الشتاء وبرده القارس ، بآلات التدفئة فى المنزل ؟ وانه ليتقن حمارة القيظ ، وحرارة الصيف بآلات تكييف الهواء فى المنزل نفسه . أليس يركب الطائرة النفاثة لتنتقله من أقصى الأرض إلى أقصاها فى ساعات ، وانه ليعبر بها أجواء الفضاء بهذه السرعة الهائلة ، وقد تحكم فى الضغط والحرارة كما تحكم فى السرعة ، فهو بداخلها لا يعترف باختلاف الأجواء والضغط ، كما أنه ألغى المسافات وعبر المحيطات ، وطار فوق القارات ، وارتفع فوق قنّ الجبال الشواحق . وانه ليتحدث

من أى ركن من أركان الأرض لىسمع فى ركنها المقابل ، فىسمع صوته بالتليفون أو المذياع وينقل رسمه بالتليفزيون ، وكذلك يسمع ويرى وهو على بعد آلاف الأميال . وهكذا بدا العالم الذى كان كبيراً واسعاً لا يكاد يحده خيال الإنسان ، أصبح فى نظر الإنسان نفسه ضئيلاً صغيراً ، حتى رنا يبصره إلى الكواكب الأخرى يريد أن يغزوها ، ومن يدرى فعله قادر يوماً على أن يحقق هذا الحلم فيبلغ أقربها منالاً وهو القمر ، ولعله ينشئ هناك حضارات كالتى أنشأها على الأرض ، ولا شك أنه سيبدأ من حيث انتهى ، فيفيد من الخيرات التى اكتسبها على مر الحقب ، ويتابع هذا النشاط العلمى الفذ ، الذى قفز بالإنسانية قفزات رائعة ، وسجل للإنسان مجداً ما كان ليبلغه لو لم يتخذ العلم وسيلته .

وسيرى القارئ فى هذا الكتاب الذى تقدم له ، كيف خطا العلم بالإنسان هذه الخطى الواسعة ، وكيف يسر أسباب الحياة ، وسخر قوى الطبيعة وكيف درج بالإنسان فى مدارج الرقى والقوة والدعة ، وكيف بدل بؤسه نعمة ، وشقائه سعادة ، وضعفه قوة ، ومرضه صحة ، لقد طرق مؤلفو الكتاب مختلف الميادين التى غزاها العلم ووفق إلى فتح مغاليقها وكشف حجبها ، فلم يتركوا أثراً من آثار العلم فى حياتنا إلا تتبعوه فى سهولة ويسر ، فهنا العلم يقرع باب الأمراض فى عنف وقوة وانه ليجند لها واحداً بعد الآخر ، فمن تيفوس إلى تيفود إلى جدري إلى طواعين وأوبئة كانت تعصف بالإنسان عصفاً ، فاذا بالعلم يؤمن الإنسان حيالها ، ويكشف الأمصال التى تحميه من أخطارها ، وهناك يغزو العلم ميادين اللدائن والعجائن والنيلون ، ثم لأنه ليرتاد ميدان الآلات الكهربائية والألكترونية فيأتى بها بكل عجيب مبدع ، فهذه ثلاجات وغسالات ومواقد ومكانس وفى الزراعة جرارات ومحاريث ، وفى ميدان الانتقال ، من دراجة بخارية إلى سيارة وقطار وطيارة وصاروخ ومن تليفون وتلغراف إلى راديو وتليفزيون وسينما .

ويعالج الكتاب الظواهر الطبيعية المختلفة ، يشرح للقارئ تركيب

الهواء والماء ويفسر معنى الضغط ، وماهية الاشتغال ، ثم يتكلم عن الصور المختلفة للماء من جليد صلب ، إلى ماء سائل ، ثم بخار غازي ، كيف تتحول صورة إلى أخرى وكيف تحول طاقة المياه الساقطة إلى طاقات كهربية وحرارية وضوئية وكيميوية وميكانيكية . ثم ينتقل إلى أهمية دراسة الطقس والمناخ ، وكيف يجري التكهن بالطقس ، وكيف تهب الرياح وما فوائد الخرائط الجوية وما هي الصور الشائعة للسحب والرياح والعواصف . وثمة باب عن الأرض كم يبلغ عمرها ، وما عوامل التحات والتعرية فيها ، وما هي القوى المختلفة التي تعمل فيها وتؤثر في كيانها من زلازل وبراكين ، وما هي المعادن التي نحصل عليها من الأرض وما أنواع الوقود التي يزخر بها باطن الأرض من فحم وبتروول وما إليه . وانه ليشرح كيف نحصل على الحرارة وكيف نقيسها وكيف نتحكم فيها ، ثم يعالج الضوء والعدسات وتوزيع الأضواء والألوان والطيف . ثم الكهرباء وكيف نقيس شدة التيار وكيف نحصل على الكهرباء من طاقة كيميوية وبطاريات ومولدات ، ويشرح التوصيل على التوالي والتوازي ووحدة التيار وفرق الجهد والقوة الدافعة الكهربية . وانه ليعرض لقوانين الحركة لنيتون ، ويتكلم عن الآلات والروافع ويشرح أجهزة التشحيم والتبريد وآلات الديزل والآلات البخارية والتربينات ويبين طريقة عملها وكذلك يعالج موضوع الصوت ، وطرائق انتقاله ، كيف نسمع عن طريق الأذن والآلات الموسيقية من وترية وهوائية وقارعة ، كيف نتحكم في درجة النغمة الموسيقية وكيف نسجل الأصوات على أسطوانات أو على سلك أو شريط أو مغناطيس أو فيلم سينمائي . ثم يشرح طريقة عمل التلغراف والتليفون والراديو والتلفزيون . ثم يتكلم عن وسائل الانتقال برّاً وبحراً وجواً فيشرح أجزاء السيارة وكيفية عمل كل جزء ، كيف نغير السرعة والاتجاه - ما هي مصادر الطاقة في السفن من تربينات بخارية وآلات ديزل وموتورات كهربية - حتى أنواع الطائرات من نفثة وهليكوبتر وغيرها ، كل ذلك يعالجه الكتاب بطريقة أخاذة سهلة مبسطة ، قريبة إلى فهم المثقف العادي

خالية من تعقيد المصطلحات الفنية . وفى باب آخر يعالج الكتاب الشمس والمجموعة الشمسية ، كيف تنتشر هذه الأجرام السماوية فى الفضاء ، كيف تدور فى أفلاكها ، ما هى الكواكب وما هى النجوم وما هو السديم . ما هى المذنبات ، والنيازك والشهب ، وما الذى نعرفه عن القمر ، كيف يكشف الفلكيون هذه الأجرام السماوية ، كيف يرصدونها ، كيف نتابع الفصول على مدار السنة ، وكيف يقاس الزمن وكيف تعمل أجهزة الرصد فى البحر والجو . ثم ينتقل بك الكتاب إلى عالم الكائنات الحية ، فيعرض لحياة النبات والحيوان ، وكيف يفيد الإنسان منها ، وكيف تنمو وتتكاثر وتنتشر على سطح الأرض . وفى ميدان التغذية يشرح الكتاب ، أهمية الغذاء وأنواعه وألوانه وطاقته والطرق الصحية للاعداد والحفظ والهضم وانه ليعالج كذلك أسباب الأمراض وطرائق انتشارها ، ووسائل الوقاية منها والسيطرة عليها . وثمة عرض رائع لعملية تكرير المياه وأهمية الحصول على الماء النقي وتوصيله إلى السكان فى المدن والقرى ثم يتكلم عن أهمية المحافظة على الطبيعة والغابات والتربة ومصادر الطاقة ومنايع الثروة، ويختتم الكتاب بفصول ممتعة عن موضوع العصر: موضوع الذرة والإشعاع واستخدام الطاقة الذرية فى الأغراض السلمية.

كل هذه المعرفة المنوعة ، يعرضها هذا الكتاب بطريقة فيها كثير من الإمتاع فزدانة بالصور والرسوم حتى ليسى القارئ أنه إنما يعرض لأغراض المسائل العلمية ، ومشاكل الساعة ، ولكن مؤلفى الكتاب وقد توخوا الأمانة والدقة مع السهولة والوضوح إنما أهدوا إلى قرائهم تحفة علمية رائعة ، وأشهد أن مترجمى الكتاب قد بذلوا جهداً مشكوراً ليحافظوا على مستوى هذه الهدية ، وينقلوا إلى قراء العربية هذه المعلومات العلمية الدقيقة .

وبعد فتلك تحفة علمية رائعة ، من الخير أن نسجل أشكرنا للمؤسسة التى نهضت بإخراجها على هذه الصورة البارة وهى التى أسهمت فى حمل مشغل الثقافة العلمية ، ليسطع نوره الوضاء فى كل الآفاق ، وقربت مناهل الثقافة لمن شاء وردّها من قراء العربية والناطقين بالفتاد .

حل المشكلات في عالم من العلم

١ - دنيا العلم التي نعيش فيها

نظرة إلى الأمام

إنك تجد العلم دائماً في الصحف ، فاقراً عناوين الصحف لتدرك بسهولة أننا نعيش في دنيا مذهشة من العلم ، فقد خلق لنا العلم دنيا عظيمة ، ففي أية لحظة من اليوم تستطيع أن تدير المذياع (الراديو) لتصغي لنشرة الأخبار ، أو لخبر رياضي ، أو لبرنامج موسيقي ممتع . ويعيننا التليفزيون على رؤية أشياء تجري وتحدث بعيداً عنا بمئات الأميال . ولا يكاد يمر يوم دون أن نسمع أو نقرأ عن أشياء مثل الرادار والطاقة الذرية والتليفزيون الملون والقنابل الهيدروجينية والطائرات النفاثة و«العقاقير العجيبة» ، فهذه كلها عناوين الصفحة الأولى في الصحف التي تصدر في دنيا العلم التي نعيش فيها الآن ، كما أنها الحوادث الأولى في دراما الحياة التي لا تقف أبداً بل تتقدم إلى الأمام بفضل العلم .

ولكن العلم أقرب لنا جميعاً في نواح كثيرة من عناوين الصحف ، ذلك أن تأثيره موجود أبداً ، يحفظنا أحماء وفي أمن ، ويعيننا على الاستمتاع بأوقات فراغنا ، وينقلنا من مكان لآخر ، ويخلق لنا أعمالاً جديدة ، ومواد للصناعة جديدة أيضاً ، ويجعل الحياة داخل الدور وخارجها أكثر احتمالاً ، يتنبأ بالحوادث ويعمل على تحسين السلع التي نستعملها . نعم ، إن العلم ليلمس حياتنا في مواضع متعددة حتى إنه لا تكاد تمر لحظة واحدة دون أن نتحرر من نفوذه .

ولكي تكون دنيا العلم هذه ممكنة فقد آلى كثير من الرجال على أنفسهم حل المشكلات خلال قرون خلت ، فلويس باستير اكتشف الجراثيم التي تسبب كثيراً من الأمراض ، كما أن ميكائيل فاراداي اكتشف إمكان استنباط الكهرباء من مغناطيس ولفة من سلك ، ولقد استطاع توماس أديسون أن يطبق

اكتشاف فاراداي عملياً ، كما أن ألكسندر جراهام بل اخترع التليفون ، كما
اكتشف السير ألكسندر فليمنج البنسلين ، وهكذا اكتشف آلاف من العلماء
غير هؤلاء أشياء تجعل حياتنا أكثر دعة ومتعة ، وعلى هذا ينبغي لكل فتي
وفتاة أن يعرف عن هذا الموضوع الهام - العلم - الذي يلعب ذلك الدور
الهام في حياتنا اليومية .

وسوف يصلح هذا الكتاب كدليل ، فهو بمثابة مفتاح يفتح لك أبواباً
كثيرة مغلقة دونك ، فيتيح لك الكشف عما وراءها ، ولكنه لن يعلمك
كل شيء عن العلم ، فليس هناك كتاب واحد يمكن أن يتضمن كل ما يجب
أن يعرف ، ولكن هناك حقيقة هامة ، ألا وهي أن أي شيء تستعمله من
أبواب العلم سوف يكون تجربة مثيرة تهيجك .

١ دنيا العلم التي نعيش فيها

المسائل التي سوف نعالجها

- ١ - لماذا كانت دراسة العلم هامة بالنسبة لك ؟
- ٢ - كيف يحل العالم مسأله ؟
- ٣ - كيف تصبح حلال مسائل ناجحاً ؟
- ٤ - ما هي الأدوات التي تعين العالم على حل مسأله ؟

المسألة الأولى - لماذا كانت دراسة العلم هامة بالنسبة لك ؟

إن الدنيا التي نعيش فيها إنما هي دنيا العلم . فتأمل لحظة في الكلمات الجديدة التي تظهر كل يوم تقريباً في الصحف ، وتستمع إليها من الراديو وفي الأشرطة الأخبارية وحتى في التمثيليات الكوميدية ، فكلمات مثل الطاقة الذرية والألكترونات والقنبلة الهيدروجينية والبلوتونيوم والنيلون واللدائن والبنسلين والستر بتوميسين قد أصبحت مألوفاً ، وأنت ربما لا تعرف معنى كل هذه الكلمات ، ولكن لا شك أنك قد سمعت بكثير منها ، فهي تقص عليك قصة تقدم العلم السريع وكيف أن العلم يؤثر في حياتنا اليومية . وسوف نتعلم من ذلك الأسباب التي تحتم على كل فتى وفتاة تحصيل العلم .

العلم يساعدنا على أن نعيش دون غناء

نحن لا يمكننا أن نستمتع حقيقة بالحياة إلا إذا كنا نتمتع بصحة جيدة . فقد دأب العلم منذ سنين طويلة على مكافحة الأمراض . ففي العصور القديمة كان يهلك ألاف من الناس كل عام من أمراض لا تكاد تعرف اليوم . فكثير من هذه الأمراض قد قضى عليها العلماء ، ذلك أن نسبة الوفيات من أمراض

كالجلدري والسل والدفتيريا والتيفود قد تناقشت كثيراً لأن العلماء قد اكتشفوا أولاً أسباب تلك الأمراض ثم تعلموا طرق الوقاية منها وعلاجها فيما بعد .
واليوم نرى الكفاح ضد السرطان وشلل الأطفال وأمراض أخرى على أشده ،
وربما قضى على هذه الأمراض خلال سنين قليلة ، كما أن العلم قد أطل عدداً
السنين التي ينتظر أن نعيشها . فالطفل الذي يولد اليوم من المحتمل جداً أن يعيش
خمس وستين عاماً ، ولم يكن منذ أمد غير بعيد ينتظر أن يعيش أكثر من
خمس وأربعين عاماً فقط .

العلم يساعدنا على الانتاج وتوزيع الأشياء الكثيرة التي نستعملها

ألم تعجب أحياناً وأنت تمر بين معروضات أحد المتاجر من كثرة تنوع
المنتجات المصنوعة من اللدائن (البلاستيك) ؟ إن اللدائن لم تكن معروفة منذ
سنين قليلة مضت ، ولكن العلماء اكتشفوا كيف يصنعونها ، واليوم تصنع منها
أدوات كثيرة مفيدة . وفي محل الببدال (البقالة) نستطيع أن نشترى الخضر
والفواكه المثلجة ، وذلك أن تلك الفواكه والخضر قد جمعت بعد نضجها من
الحقول ثم ثلجت بسرعة ونقلت إلى الأسواق بالطائرات أحياناً . فالقراولة
التي تجمع من ولاية لويزيانا اليوم مثلاً قد تعرض للبيع في محلات نيويورك
وشيكاغو غداً .

ومنذ خمسين عاماً كانت معظم ملابسنا تصنع من ألياف طبيعية من الصوف
والقطن والكتان والحرير . فالصوف يحصل عليه من الحيوانات ، والقطن
والكتان من النباتات ، والحرير من ديدان القز . ولا تزال تلك الألياف تستعمل
حتى اليوم ، ولكن مواد جديدة كثيرة ، مثل الرايون والنيلون والأرلون ، تأتي
لنا من أنبوبة اختبار الكيموى ، فقد استطاع الكيموى أن يصنع الأرلون
من لب الخشب ، والنيلون من الفحم والهواء والماء . وما هذه سوى أمثلة
قليلة لمواد جديدة أنتجها العلم لنا .

العلم ييسر اشغال العالم

ألق نظرة على منزلك والحظ الوسائل الكثيرة التي توفر الأيدي العاملة والتي تستخدمها كل يوم . ربما كانت لدى والدتك في المنزل غسالة أوتوماتيكية حديثة ، وربما تكوى الملابس وهي جالسة على كرسي مريح . وتوجد في كثير من المنازل مكائن كهربية وغسالات أطباق كهربية ، وخلاطات للطعام ومطاحن آلية تعنى ربات البيوت من كثير من عناء العمل المنزلي المضني . وهناك أيضاً مواقد بالكهرباء أو الغاز توضع فيها وجبات الطعام ، ومن ثم تترك ليتم طهيها دون حاجة إلى مراقبتها . ذلك أن الموقد يقف آلياً عندما يتم نضج الطعام .

كما شاعت ثورة في عمل الفلاح بفضل العلم ، فالحرار الآن يقوم بعمل عدة خيول ، ففي كثير من المزارع توجد آلات للحلب وثلاجات كهربية ليحفظ اللبن فيها طازجاً ، كما أن العلم قد أعان الفلاح على تحسين محصولاته وعلى اكتشاف أحسن الوسائل التي تجعل التربة خصبة . وإنك إن حاولت أن تحش الحشائش لأدركت على التوكم من الأيدي العاملة والوقت تستطيع آلة حش الحشائش توفيرهما .

العلم قد يساعدك على أن تكون مستهلكاً معقولا

إنك تشتري طول حياتك بعضاً من سلع العالم ، أى إنكستهلك ، ومعظم الأشياء التي تحتاج إليها أو تستعملها لا بد لك أن تشتريها ، ومن ثم ينبغي لك أن تصرف نقودك بحكمة كي تستفيد منها إلى أقصى حد ممكن . والدراسة العلمية سوف تعينك على أن تكون مشترياً حريصاً ومنطقاً للمال في حرص أيضاً . فالبيانات المدونة على علب المأكولات المحفوظة تخبرك بأشياء كثيرة ينبغي لك أن تعرفها قبل الشراء ، مثلاً إذا كانت هناك مواد كيميوية قد أضيفت إلى محتويات العلب أو اللقافة لحفظها أو تلوينها ، فأحياناً توضع بيانات خاطئة على بعض الأغذية المحفوظة ، وعلى ذلك ينبغي أن تعرف ما أنت مشتريه .

العلم يساعدك على وقاية موارد العالم

عندما وقد الأسلاف الأولون إلى أمريكا كانت موارد الخشب والحياة البرية والتربة والماء والوقود والمعادن على حالتها البكر الأولى لم تكدرت ، وقد بدا

كأن تلك المواد لا تنفذ أبداً ، ولكن في عصرنا الحاضر بدأ بعض منها يشح ، فمناطق الغابات قد تناقصت كثيراً نتيجة الاستعمال السيئ للأخشاب منها أو نتيجة للحرائق التي تشب فيها ، كما أن كثيراً من التربة السطحية الثمينة قد اكتسحت أو أزيلت ، هذا إلى أن كثيراً من وقودنا الطبيعي قد استهلك ، كما أن مواردنا من بعض المعادن قد باتت في خطر من النفاد .

ويمكن المحافظة على بعض تلك الموارد إذا أحسن التصرف والإدارة فيها ، بينما أن البعض الآخر كالفحم والبتروول والغاز وبعض المعادن الأخرى تنتمي إذا ما استهلك ، وينبغي لكل فتى وفتاة أن يتعلم المبادئ الأساسية للوقاية والادخار ، وبهذا يساعد في وقاية مواردنا الطبيعية وحفظها والامتناع عن استهلاكها عبثاً .

العلم يساعدك على الاستمتاع بوقت فراغك

إن جميع الوسائل التي تستخدمها في مبارياتك وألعابك الرياضية إنما أنتجها العلم ، فمضارب التنس وكراته والبازبول ومضارب الجولف وكرات القدم ، وكرات السلة وغيرها من أدوات الرياضيين إنما أنتجتها آلات ووسائل ما كانت لتتم إلا بالعلم . وربما تستطيع أن تفكر في كثير غيرها .

وربما خطر لك أن تصور أو أن تجمع صفوراً أو أوراقاً من نباتات أو حشرات ، فلكثير من الشباب هوايات علمية ، كما أن كثيراً منهم جمع التسجيلات الصوتية وأنى هؤلاء أن يشبعوا هوايتهم هذه إذا كان جهاز التسجيل أو الاسطوانات نفسها لم يكن العلم قد أوجدها .

وكثير منا يجد لذة ومنعة في الاستماع إلى الراديو أو مشاهدة التلفزيون ، وقد كنا قديماً نترك منازلنا لنستمع إلى سمفونية أوللتخرج على مباراة كرة القدم أو لمشاهدة مسرحية ، أما الآن فإن الكثيرين منا يستطيعون أن يشبعوا أنفسهم من هذه التسلية وهم هانئون مستريحون في بيوتهم ، والفضل في ذلك كله إنما يرجع للعلم الذي أنتج الراديو والتلفزيون .

العلم يجعل حياتك مريحة داخل المنزل

كثير من منازلنا تضاء بالكهرباء ، ولقد حدثت تحسينات كثيرة في الإضاءة على مر العصور ، حتى وصلنا الآن إلى استحداث الضوء الفلوري سي المريح للعين نظراً لأنه خال من التوهج فيكاد يكون كضوء النهار .

والحياة داخل المنزل إبان الشتاء ممتعة بفضل وسائل التدفئة الكثيرة التي أنتجها العلم ، وشعورك بالدفء داخل المنزل عندما يكون الطقس بارداً دليل على أنك تنعم بصحة أجود . ولقد أصبحت التدفئة في كثير من الدور أوتوماتيكية ، فإذا ما كان البترول أو الغاز يستخدم وقوداً ، فإن الموقد لن يحتاج إلا لعناية قليلة أو لا يحتاجها أبداً طيلة فصل الشتاء ، وذلك أن درجة الحرارة في المنزل إذا ما انخفضت فإن هناك ضابطاً للحرارة (ترموستات) يدبر الموقد ، بينما إذا ما ارتفعت درجة الحرارة إلى حد معلوم انطفأ الموقد أوتوماتيكياً .

أما في الصيف فإننا نجد في كثير من المباني العامة وبعض المنازل تكييفاً للهواء ، فهي تبرد أوتوماتيكياً إلى درجة حرارة يرتاح لها الجسم . ومع زيادة في تحسين أجهزة تكييف الهواء ، فمن المحتمل استعمالها في منازل أكثر ، وإذا كان العلم لا يمدنا إلا بالضوء والحرارة فقط فيكفيه ذلك دوراً هاماً يلعبه في جعل حياتنا أكثر دعة ، ولكن العلم يسهم كثيراً في مدنيتنا ومستوى معيشتنا كما سوف نعرف حالا .

العلم يجعل العالم يبدو أصغر مما هو

لا شك أنك بوساطة الدراجة (البسيكلت) أو الدراجة البخارية تستطيع أن تصل إلى مكان ما بسهولة وسرعة أكثر مما لو قطعت المسافة مشياً على قدميك . ولقد استطاعت السيارة وقطار الديزل والطيارة أن تقرب بين أرجاء الدنيا من حيث الزمن . والطيارات النفاثة الآن تنتقل بنا فوق الأرض والمحيطات بسرعة أكثر كثيراً ، ويعتقد بعض العلماء أنه ستستخدم في المستقبل سفن للنقل تسير بقوة الصاروخ .

ويمكنك أن تجلس في منزلك ، وفي لحظات تتحدث بالتليفون مع شخص في لندن أو روما أو بونس ايريس ، وإذا كنت في سفينة في المحيط فيمكنك أن تتحدث بالتليفون مع أى مكان على الشاطئ ؛ كما أن الراديو والتليفزيون يقرباننا من الحوادث التى تجرى في أرجاء بعيدة من الدنيا ، وكذلك استطاع العلم أن يجعل الدنيا تبدو أصغر كثيراً مما كانت تبدو عليه لآبائنا منذ مائة سنة خلت .

العلم يستطيع ان يغير طرق تفكيرك

قبل أن يتبوأ العلم مكانته الهامة في ميدان المعرفة ، كان الناس يخافون من أشياء كثيرة مثل النجوم ذات الذنب والكسوف والخسوف والعواصف ، وكانوا يعتقدون أن المرض سببه الأرواح الشريرة ، كما كانوا يخشون ظاهرة طبيعية كزلازل أو زوبعة أن تكون نتيجة غضب إله ساخط ، ولقد استطاع العالم بعد سنين طويلة من الملاحظة والاكتشاف المتسمين بالصبر أن يزيل تلك المخاوف تدريجياً وذلك بأن يقدم تفسيراً لتلك الظواهر الطبيعية ، فليس ثمة أعذار للخرافات .

هل تعتقد أن الناس يؤمنون الآن بالخرافات ؟ إذا كنت تعتقد أنه لا يوجد أحد في عصر العلم يعتقد في الخرافات فأنت مخطئ ، ذلك أن كثيراً من الناس يستشيرون منجماً أو وسيطاً قبل القيام برحلة أو الإقدام على عمل جديد ، وربما تعرف أحداً يتردد على العرافين .

وربما قد تراه إلى سمعك عن فلاحين لا يزرعون محاصيل معينة إلا عندما يكتمل القمر بديراً أو أن يلجأوا إلى التقاويم ليعرفوا أنسب الأوقات لزراعة بعض محاصيل الحداق . ويحاول كثير من الناس عدم كسر مرآة ، أو أن يجعلوا قطعة سوداء تمر من أمامهم أو أن يمشوا تحت سلم « نقالى » . وتحذف بعض الفنادق رقم ١٣ من أرقام طوابقها ، ذلك لأن بعضاً من الزلاء قد يرفضون غرفة في الطابق الثالث عشر ، فهل يمكنك أن تقول إن شخصاً ذا روح علمية يؤمن بالخرافات ؟

وسوف تتعلم فى المسألة التالية كيف يحل العالم مسائله ، كما تتعلم قليلا عن المنحى العلمى .

اختبر معلوماتك

- ١ - اكتب كشفاً بالطرق التى أثر العلم بها على حياتك فى هذا الصباح منذ أن استيقظت حتى وصلت إلى المدرسة .
- ٢ - ناقش أهمية العلم فى المحافظة على الصحة وتحسينها .
- ٣ - كيف يساعدك العلم ، ويساعد الآخرين ، على المحافظة على سلامتكم ؟
- ٤ - ناقش الطرق التى جعل العلم بها عمل هؤلاء أكثر سهولة : والدتك - الفلاح - الأسكاف - السباك - البدال .
- ٥ - ناقش الطرق التى يجعل العلم بها منك مستهلكاً فظناً .
- ٦ - سم بعضاً من الأشياء التى تستعمل اليوم كثيراً ، ولم تكن معروفة منذ خمسين سنة .
- ٧ - كيف أثر العلم فى نزهتك ؟
- ٨ - كيف يساعدك العلم على الاستمتاع بوقت فراغك ؟
- ٩ - إلى أى الحدود جعل العلم الدنيا تبدو أصغر مما هى ؟
- ١٠ - لماذا تظن أن الناس يعتقدون فى الخرافات ؟
- ١١ - كيف يمكن للدراسة العلم أن تغير طرق تفكيرك .

المسألة الثانية - كيف يحل العالم مسائله ؟

عندما درست الموضوع السابق اتضح لك كيف يعالج المشتغل بالعلم المشاكل التى تصادفه ، وكيف أن عالمنا الحديث الذى نعيش فيه قد أصبح ممكناً على حالته التى هو فيها لأن العلماء قد حلوا مشكلات كثيرة ، كما أنهم قدموا اكتشافات كثيرة أيضاً . وهم إذ يكتشفون تعلموا كيف يشتغلون فى حذر وعناية وكيف يراجعون نتائج أعمالهم مرات كثيرة دون خشية من عناء

أو نَصَب . وسوف ترى في الموضوع الخالي كيف يحل العلماء مشكلاتهم ، وينبغي لك أن تتعلم كيف تطبق طريقتهم العلمية في حل المشكلات في هذا الكتاب ، وكذلك كيف تطبقها لإيجاد حل لمشكلاتك الخاصة بك .

كيف استطاع كيموى كبير حل إحدى المشكلات ؟

لقد كان السير همفري دافى أحد العلماء الإنجليز الكبار ، وعندما بلغ الخامسة عشرة من عمره اشتغل صبيّاً لرجل يصنف العقاقير (صيدلانى) ، ولقد كان هذا العمل هاماً بالنسبة لتكوينه مستقبلاً كرجل يشتغل بالعلم ، ذلك أنه قرأ كتباً كثيرة في العلم والرياضيات ، كما أنه أجرى تجارب عدة استخدم فيها المواد الكيميائية الموجودة في محل عمله ، فثارت في نفسه الرغبة نحو دراسة الكيمياء .

وبعد بضع سنين أسند إليه عمل في معمل ، فاستطاع أن يجرى مزيداً من التجارب الكيميائية ، فنشر بحوثاً عدة عن مكتشفاته ولم يمض وقت طويل حتى دعى للعمل كأحد العلماء الذين يعملون في المعهد الملكي في لندن . ولقد هيات له محاضراته الممتازة واكتشافاته أن يكون أشهر كيموى في إنجلترا .

وحوالى عام ١٨١٢ كان القائمون على صناعة مناجم الفحم في إنجلترا في ذعر شديد ، فقد كان كثير من عمال المناجم يلقون حتفهم نتيجة انفجارات تنبع من غاز كان يطلق عليه اسم « النار المنداة » فقد كان الغاز يتفجر من اللهب المكشوف الذى يتصاعد من المصابيح التى كان يستعملها العمال . ولقد انقضت ثلاث سنوات دون أن يبذل أى مجهود لتلافي تلك الانفجارات التى كانت تحدث في المناجم والتى كان يزداد عددها باستمرار ، وعندئذ تقدم أصحاب مناجم الفحم إلى دافى بهذه المشكلة .

ولقد توجه دافى إلى أحد المناجم التى حدث فيها انفجار حديث وأخذ يتحدث إلى العمال ويستجوبهم ثم جمع عدة زجاجات مملأها بذلك الغاز لكي يجرى عليه التجارب . ولقد وجد في معمله أن الغاز لا يتفجر إلا إذا كان مخلوطاً بقدر كبير من الهواء ، كما أنه اكتشف أن مخلوط الغاز والهواء لا يتفجر

إلا إذا سخن بلهب مكشوف . ولقد بعث هاتان الملاحظتان في ذهن دافى بفكرة ... فقال : « إنى أعتقد أننى أستطيع أن أحل المشكلة إذا استطعت أن أصنع مصباحاً يتخلص من حرارة اللهب فلا يغدو الغاز ساخناً » .

ولقد ساعد دافى على حل مشكلته مشاهداته العميقة التى كانت تملك عليه نفسه ، فلقد لاحظ عدة مرات أنه إذا ما وضعت شبكة من السلك فوق مصباح غاز ، فإن الغاز يمكن أن يشتعل فوق الشبكة لا تحته ، فصمم على وضع شبكة حول لمب المصباح .

ولقد جرب دافى مصباحه الحديدى فى مخلوط من غاز « النار المنداة » والهواء ووجد أنه اشتعل فى هدوء دون انفجار ، وعندما جرب مصباحه فى المناجم أدى المصباح عمله وأسفرت تجربته عن النجاح . ولقد سمي المصباح « الدافى » . وسرعان ما حل محل المصابيح ذات اللهب المكشوف ، وبهذا الاكتشاف لم تعد تحدث انفجارات فى المناجم نتيجة انفجار غاز « النار المنداة » ولم يعد ثمة خطر على حياة عمال المناجم .

تجربة ١

كيف حل دافى مشكلته ؟

كيف يمكنك أن تقدم المشكلة التى عرضها أصحاب المناجم على دافى ؟ وكيف ساعدت اقتراحات دافى على حل المشكلة ؟ وما هى الخواطر التى تراءت لدافى لحل المشكلة ؟ وما الذى سلم به دافى فى بحثه ؟ وما الذى فعله بعد أن كون فكرته عن المسألة ؟ وكيف وضعت استنباطاته فيما بعد تحت التجربة والاختبار ؟

كيف استطاع بيولوجى عظيم حل احدى المسائل ؟

لقد كان لويس باستير عالماً فرنسياً عظيماً ، ويمكن أن تسرد قصص كثيرة عن اكتشافاته ، وربما كان أعظم ما توصل إليه هو أن بعض الأمراض تسببها الجراثيم ، ولقد أنقذ هذا الاكتشاف وحده آلافاً من الأنفس .

ولقد كان باستير مدرساً للكيميا ، وفي أحد الأيام زاره بعض زارعى الكروم الذين كانوا يخسرون كثيراً نتيجة تحول أنبتهم إلى خل ، فطلبوا من باستير أن يساعدهم على حل مشكلتهم . ولقد فحص باستير عينات من النبيذ في معمله تحت المجهر (الميكروسكوب) فوجد أن النبيذ يحتوى على نقط صغيرة أطلق عليها اسم الجراثيم ، فبين لصانعى النبيذ كيف يتخلصون من تلك الجراثيم ومن ثم أنقذ صناعتهم من البوار المحقق .

ولقد خطر لباستير فكرة ، وهى أن الجراثيم إذا كانت سبباً فى تحويل الأنبتة إلى خل فربما تكون أيضاً سبباً لأمراض كثيرة تصيب الكائنات الحية وتودى بحياتها ، فسخر منه زملاؤه العلماء آنئذ .

ثم إنه حدث بعد ذلك بسنوات قليلة أن صناعة الحرير فى فرنسا كانت تعاني من موت ديدان القز من مرض غامض . ومرة أخرى لجأ أصحاب تلك الصناعة إلى باستير لحل تلك المشكلة . وبدأ باستير عمله بأن حصل على بعض الديدان المريضة وأخرى خالية من المرض ، ولقد وجد باستير فى أجسام الديدان المصابة جراثيم ضئيلة لم يعثر لها على أثر فى الديدان السليمة . وعندئذ اعتقد باستير اعتقاداً راسخاً بأن الجراثيم هى التى سببت المرض ولكنه لم يستطع أن يجزم برأيه .

ولكى يختبر فكرته ، قرر باستير أن يجرى ما يسمى فى العلم التجريبي « بالتجربة الضابطة » فاختار بعض الديدان السليمة ثم قسمها إلى مجموعتين ، ثم إنه حقن ببعض الجراثيم التى حصل عليها من أجسام ديدان القز المصابة الديدان السليمة من احدى المجموعتين ، وترك المجموعة الأخرى من الديدان السليمة لم يمسهها . ثم إنه أعطى ديدان المجموعتين نفس الغذاء وحفظها تحت ظروف واحدة من الحرارة والضوء ، وما إن انقضت بضعة أيام حتى ماتت جميع الديدان المحقونة بينما لم تمت دودة واحدة من ديدان المجموعة الأخرى . ولقد حدث هذه التجربة بباستير أن يرسخ اعتقاده فى نظريته عن الجراثيم وأنها صحيحة . ومرة أخرى نجد باستير ينقذ احدى صناعات فرنسا العظيمة إذ وضع لأصحاب صناعة الحرير كيف يخلصون ديدانهم من الآفة .

ولقد دفعت هذه الدراسات باستير لأن يقوى يقينه بأن بعض الأمراض التي تصيب الإنسان كانت الجراثيم أيضاً سبباً لها ، ومع ذلك فهو لم يكن متأكداً ، إذ أنه أحس أنه ينبغي إجراء مزيد من التجارب الضابطة لاختبار فكرته .

وعندما قرر باستير أن يختبر نظريته عن أمراض الإنسان كان قد جاوز الستين من عمره كما أنه كان يشكو من شلل أصابه ، وقد اختار باستير لأول اختباراته مرض الكلب ، وينشأ هذا المرض المريع في الأشخاص الذين تعقرهم الكلاب المسعورة ويمكن لإصابة الكلاب بنفس الطريقة .

ولقد حاول باستير أن يحصل على جرثومة مرض الكلب من أفواه الكلاب ودماها ، ولكنه لم يوفق لذلك ، ولقد استخلص من مشاهداته أن المرض يؤثر على الجهاز العصبي للكلب ، وعلى ذلك فقد أتى بكلب مات من هذا المرض ونزع منه نخاعه « حبله الشوكي » ثم قطعه قطعاً كثيرة ، ثم إنه جفف قطعة لمدة يوم وصحبها وأعد منها سائلا ، كما أنه جفف قطعة أخرى لمدة يومين وأعد منها سائلا ، وأعاد التحضير مع القطع الأخرى وكان يزيد على كل منها يوماً حتى تبتت الأخيرة التي جففها لمدة أربعة عشر يوماً .

ثم بدأ باستير تجاربه بأن حقن كلباً بالسائل الذي عمره أربعة عشر يوماً ، وفي اليوم التالي حقن الكلب نفسه بالسائل الذي عمره ثلاثة عشر يوماً ، وهكذا حتى اليوم الرابع عشر ، وهو يحقن الكلب يومياً ، حقنة بالسائل الذي حضره من قطعة الحبل الشوكي التي جففها لمدة يوم واحد فقط ، ثم إن باستير بعد ذلك حقن الكلب في اليوم التالي بجراثيم مرض الكلب ، وانقضت أسابيع ولم تظهر على الكلب أية أعراض لمرض الكلب . وأعاد باستير تجربته ، وهنا تبين بأنه قد ابتكر طريقة للوقاية من مرض الكلب .

واستعد باستير لتجربة سائله في إنسان ، ففي شهر يولييه من عام ١٨٨٥ توسلت إحدى الأمهات إليه أن يجرب علاجه في ابنها جوزيف الذي عقره

كلب مسعور فعالجه باستير تماماً كما عالج الكلاب ، ومرت الأيام تلو الأيام لعل أعراض المرض تظهر على الصبي ، ولكنها لم تظهر عليه مطلقاً . ولقد جذل باستير طرباً للنتيجة ، ولكنه لم يكن حتى الآن مستعداً لإعلان علاجه لمرض الكلب ، ولكنه عندما أنقذ أشخاصاً كثيرين بنفس طريقة العلاج يتقن بأن فكرته عن الأمراض التي تسببها الجراثيم كانت صحيحة وأنه قد ابتكر طريقة للوقاية من مرض الكلب . فلنشكر عبقرية رجل عظيم فإنه يرجع الفضل في أن مرض الكلب قد أصبح في عصرنا الحاضر مرضاً نادراً .

تجربة ٢

كيف حل باستير مشكلته ؟

- ١ - كيف استطاع باستير أن يعتقد بأن الأمراض في الإنسان تسببها الجراثيم ؟
- ٢ - هل كثيراً ما يفكر العلماء بهذه الطريقة في حل المشكلات ؟
- ٣ - كيف استطاع باستير أن يقرر ما إذا كانت فكرته صحيحة أو غير صحيحة ؟
- ٤ - لماذا انتظر باستير طويلاً قبل أن يقرر شيئاً عن مشكلته التي كان يعالجها ؟
- ٥ - كيف توضح المشكلة التي كان باستير يعمل فيها طيلة تلك الأعوام ؟
- ٦ - اذكر بدقة كيف باشر باستير تجاربه الضابطة .
- ٧ - لأي الأسباب أجرى باستير تجاربه الضابطة ؟
- ٨ - سم الطريقة التي وضحها باستير في تصميمه للتجربة عندما حقن الكلب السليم بكل من السوائل الأربعة عشر المحضرة من قطع الحبل الشوكي المحففة لكلب مسعور .

كيف حل عالم حديث إحدى المسائل ؟

لقد عاش همفري دافى ولويس باستير في القرن التاسع عشر ، فلنقارن طريقتهم في حل المسائل بطريقة أحد العلماء الحديثين ، ذلكم هو كلايد تمباو . تخرج كلايد تمباو في مدرسة ثانوية ريفية في ولاية كنساس وهو في التاسعة عشرة من عمره ، ولم تمض خمس سنوات حتى طبقت شهرته الآفاق لاكتشافه

كوكباً جديداً في مجموعتنا الشمسية ، ولقد كان اكتشافه نصراً عظيماً بالنسبة لشخص حدث لم ينل من التعليم سوى ما حصله في مدرسة ثانوية .

ولقد كانت لدى كينساس الربي هواية ، ذلك أنه كان يقرأ في وقت فراغه عن الفلك ، كما أنه كان يصمم التلسكوبات وعزم على أن يجعل من هوايته هذه عمل حياته مستقبلاً ، فقبل وظيفة في مرصد لويل الفلكي في فلاجستاف في أريزونا .

ولقد نبه الفلكي الأمريكي برسيغال لويل منذ سنوات كثيرة مضت إلى أن هناك كوكباً في مجموعتنا الشمسية لم يكتشف بعد ، أى لم يلحظه أحد . ولقد دلت مشاهداته وحساباته على أن هذا الكوكب يقع فيما وراء نبتون . ولقد ذهب لويل في فكرته إلى التنبؤ بمكان هذا الكوكب في السماء في وقت معين .

ولقد طلب من كلايد تمباو أن يحدد مدى صحة فكرة الدكتور لويل ، وبالطبع لم ير داعياً لتضييع وقته في النظر من خلال التليسكوب ، وإنما أخذ يدرس جميع الصور الفوتوغرافية الخاصة بالسماء المتوافرة لديه ، كما أنه قرأ جميع ما كتب عن الكواكب . وبعد أن فحص مئات الصور فرح عندما وجد في إحدى اللوحات الفوتوغرافية صورة تتفق مع فكرته عن الكيفية التي قد يظهر فيها الكوكب الجديد .

ولقد أراد تمباو أن يعلن للعالم عن اكتشافه ، ولكنه كرجل علم لم يرض لنفسه أن يذيع بياناً يرتكز على هذه البيئة الصغيرة ، فجهز صوراً فوتوغرافية أخرى ومن ثم فحصها وعندئذ تيقن أنه وجد كوكباً آخر . وأخذ يدرس هذا الكوكب خلال التلسكوب ، فطلب من الهيئة الفنية بالمرصد أن تفحص صورته الفوتوغرافية وترقب الكوكب خلال التلسكوب . ثم أخذوا يدرسون الكوكب كل مساء لمدة سبعة أسابيع متتالية : وأخذ هو يضبط حركاته في السماء ، وفي النهاية أعلن للعالم أجمع اكتشاف الكوكب بلوتو .

ولقد استطاع كلايد تمباو أن يحل مشكلة علمية هامة ، ولكن هل حلها بنفس الطريقة التي حل بها دافى وباستير مشكلتهما ؟

تجربة ٣

كيف حل كلايد تمباو مشكلته ؟

- ١ - اذكر المشكلة التي أعطيت لكلايد تمباو لحلها .
- ٢ - هل دائماً يكون العالم العظيم واحداً من أولئك الذين قضوا سنين طويلة في احدى الكليات الجامعية ؟
- ٣ - من أى النواحي كانت الطريقة التي اتبعها كلايد تمباو شبيهة بتلك التي اتبعها دافى ؟ وباستير ؟
- ٤ - من أى النواحي كانت الطريقة التي اتبعها كلايد تمباو تختلف من تلك التي اتبعها دافى ؟ وباستير ؟
- ٥ - هل التخمين يساعد في حل تلك المشكلة ؟
- ٦ - ماذا كان حدس تمباو ؟
- ٧ - كيف تيقن كلايد تمباو من حدسه ؟
- ٨ - بأى الوسائل جمع كلايد تمباو أدلته عن المشكلة ؟
- ٩ - لماذا لم يعلن عن اكتشافه حالما توصل إليه ؟

لقد ربطنا بين الوقائع التي ظهرت في آفاق حياة ثلاثة من العلماء لكي نعينك على تفهم كيف يحل العالم مشكلاته ؛ وهكذا نستطيع أن نختار لك وقائع من حياة أى من العلماء . ولقد عرفت الطريقة التي استخدمها دافى وباستير وغيرهما من العلماء في الحصول على إجابات لتساؤلهم بالطريقة العلمية أو طريقة حل المشكلة .

ولنلخص الأشياء التي يفعلها العالم عندما يحل مشكلته :

- ١ - يجب أن تحدد المشكلة وتوضح بعناية . ومعنى ذلك أن العالم ينبغي أن يحصل في ذهنه على السؤال الذي يرغب في الإجابة عليه .

- ٢ - تجمع البيئة التي لها اتصال بحل المشكلة . ومعنى هذا أن العالم يجمع كل البيانات عن المشكلة بكل الوسائل من الكتب والتجارب والمؤتمرات .
- ٣ - تقترح الفكر المختلفة المتعلقة بحل المشكلة ، ومعنى هذا أن العالم يقترح كل الوسائل التي يرجى من ورائها النجاح لحل المشكلة ما أمكن ذلك . وتسمى هذه المقترحات أحياناً بالافتراضات .
- ٤ - تختار الفكرة التي يبدو أنها أكثر أملاً في حل المشكلة .
- ٥ - تقترح التجارب الضابطة وتصمم لتجربة الفكرة المختارة .
- ٦ - إذا برهنت التجربة على صحة الفكرة ، فينبغي إجراء تجارب أخرى لفحصها ، أما إذا لم تبرهن التجربة على صحة الفكرة ، فإن هذه الفكرة تهمل لتحل محلها فكرة أخرى توضع موضع التجربة .
- ٧ - بعد أن تختبر الفكرة التي ثبتت صحتها بالتجربة ، يحق للعالم أن يقول إنه قد توصل إلى نتيجة .

اختبر معلوماتك

- ١ - بين كيف استخدم دافى خطوات حل المشكلة الموضحة آنفاً في حل مسألته عن الانفجارات التي كانت تحدث في المناجم .
- ٢ - بين كيف استخدم باستير خطوات حل مشكلته عن جراثيم المرض .
- ٣ - وضح كيف استخدم كلايد تمباو خطوات حل المشكلة عندما اكتشف الكوكب بلوتو .
- ٤ - اختر قصة أحد الاكتشافات التي تعرفها ، مثل اكتشاف أديسون للمصباح الكهربائي ، وبين كيف استخدمت فيها خطوات حل المشكلة .
- ٥ - لماذا يجرى العلماء التجارب ؟
- ٦ - ماذا يقصد بالتجربة الضابطة ؟
- ٧ - بأي الطرق يجمع العالم أدلة عن مشكلة ما ؟
- ٨ - إلى أي مدى يستخدم ميكانيكي في أحد الجراجات خطوات حل المشكلة ؟

المسألة الثالثة - كيف تصبح حلال مسائل ناجحاً ؟

لن يستطيع كثير منكم ، أيها الفتيان والفتيات ، ممن يقرأ هذا الكتاب أن يصبح عالماً مثل دافى أو باستير ، ومع ذلك فإنكم تقضون وقتاً طويلاً من حياتكم فى حل المشكلات وهى ليست كمشكلات المسائل الرياضية ، ولكنها مشكلات تعالج كثيراً من الأشياء التى تصادفكم كل يوم . وقليل من التفكير يبين كيف أن كل نشاط فى حياتكم يستدعى حلاً لاحتى المشكلات . فالواحد منكم مثلاً عليه أن يقرر كل يوم ماذا يلبس فى يومه ، وأن يختار الأطعمة التى يتناولها فى المدرسة أو المطعم ومتى تعد واجبك المدرسى للغد . وعليك أن ترسم لنفسك كيف تصرف نقودك بحكمة وتقرر ماذا تصنع فى اجتماعك المقبل مع أصدقائك . وكل من هذه المشكلات ينبغى أن تحل وإن لم يكن أى منها مشكلة علمية .

وأنت إذا تعلمت كيف تحل المشكلات العلمية فانك سوف تستطيع أن تحل مسائلك الخاصة بطريقة تبعث على الرضا . وسوف تستعرض فى هذا الموضوع بعضاً من خطوات حل المشكلة ، فقد ترغب وأنت تستمر فى دراستك على مر السنة فى الرجوع إلى هذا الفصل من الكتاب بين حين وآخر لتحقيق إلى أى مدى أنمت مقدرتك كحلال للمسائل وكيف تتحسن فى منحاك العلمى . ولن تستطيع أن تغدو قادراً على حل المسائل إلا بالمجهود المستمر .

حلال المسائل الناجح يكتشف المشكلات ويحلها

إن بعض المسائل التى تعرض يمكن أن يجاب عليها دون تفكير أو مجهود خاص ، بينما أن البعض الآخر محير وقد يحتاج إلى شىء من التفكير . وإن التسرع فى الحكم أو الاندفاع قد يؤدى إلى مأزق . وحلال المسائل الناجح يدرس تلك المواقف ، فهو قبل أن يعطى جواباً أو يحكم على شىء ينبغى أن يقلب الأمور فى ذهنه لكي يفهم الموقف . فالسؤال أو المركز الذى تظهر فيه مشكلة ينبغى أن ينظر إليه كأنه « النور الأحمر » الذى يجعل الشخص يقف ليتساءل عما إذا كانت المشكلة حقيقية وفى حاجة إلى تفكير .

يحتاج خلال المسائل الناجح الى بيانات

كثيراً ما يحقق الناس في إيجاد حلول طيبة لأنهم لا يعرفون أين ولا كيف يجدون البيانات . وعلى ذلك ينبغي لكل فتي أو فتاة أن يتعلم كيف يستخدم المصادر العامة للبيانات مثل المعاجم ودوائر المعارف والمراجع الهامة الأخرى وأن يتعرف على الكتب في المكتبات بسرعة ودون مساعدة أحد .

وكثير من الطلاب لا يقرءون بعناية ، فبدلاً من أن يستعملوا معجماً أو كشافاً يهملون الكلمات التي لا يعرفون معناها ، ويرجح في نهاية معظم الكتب العلمية معاني الكلمات العلمية وطريقة نطقها ، كما أن ثبت محتويات الكتاب وكشافه ببوابان المواد التي يحتوي عليها الكتاب .

وينبغي للشباب أن يجتهدوا في قراءة المراجع قراءة دقيقة مع فهم كامل ، فأنت إذا قرأت مرجعاً كما تقرأ قصة فمن المحتمل أن تفوتك نقاط هامة ، فأنت عندما تقرأ قصة يستمر اهتمامك بحوادثها فلا تحتاج إلى الالتفات إلى كل كلمة وجملة . ولكن هذا غير صحيح بالنسبة للمراجع ، فالشخص الناجح في حل المشكلات ينبغي أن يتعلم كيف يقرأ للحصول على معلومات وبيانات دقيقة .

وعليك أن تبين الحملة الأساسية في كل فقرة ، تلك التي يدور عليها المعنى . وبينما أنت تقرأ إسأل نفسك « هل أنا فاهم ماذا يقصده المؤلف ؟ » و « كيف تبعت هذه الفقرة ما قبل في الفقرة السابقة ؟ » وعندما تفرغ من قراءة جزء مما خصصته لنفسك في القراءة ، لإقفل كتابك وتأمل فيما قرأته واجتهد أن تكتب بأسلوبك أنت ما قاله المؤلف . وتعلم أن تقرأ بسرعة أجزاء المرجع التي لا تتصل اتصالاً وثيقاً بالمشكلة التي أنت بصدد حلها ، وسوف يساعدك هذا على أن تكون قارئاً سريعاً وأن تعي ما قرأته ، فالمقدرة على القراءة بسرعة أثناء بحثك عن البيانات عظيمة الفائدة طول الحياة .

يستخدم خلال المسائل الناجح كل حواسه في جمع المعلومات

كثيراً ما تبدو المسائل صعبة الحل لأننا نحقق في استعمال كل ما لدينا من الوسائل كي نحصل على المعلومات عنها ، فالمعلومات التي نحصل من

الكتب وغيرها من المصادر دائماً أبداً غير جديدة جداً « نصف عمر » . وإنه لمن الأثارة بمكان الحصول على معلومات جديدة لكي تكتشف أشياء بنفسك . وثمة طرق عدة للحصول على معلومات جديدة ، فلنفرض أنك تسلمت حيواناً مدللاً من بلد بعيد ، فإذا لم تكن تعرف شيئاً عن عادات هذا الحيوان المدلل فكيف يمكن لك أن تتعلم عنه شيئاً ، ربما أخذت تراقبه عن قرب ، وأن تجرب معه أطعمة مختلفة ، وبالاختصار فربما استعملت كل حواسك للحصول على معلومات عن ذلك الحيوان .

ولمعظم الناس عيون سليمة وآذان حسنة وحاسة لمس وحاسة ذوق وحاسة شم ، فإذا ما استعملت تلك الحواس بحكمة فسوف تستطيع الحصول على معلومات يعتمد بها عن مسائلك ، ويمكن لحواسك أن تنمو وتحسن ، فالناس من ذوى الحواس الحادة فى الذوق والأبصار والسمع قد تكونت لديهم تلك الحواس وتعهدها ، ويمكن لك أن تصبح قوى الملاحظة لو أنك دربت حواسك .

يضع حلال المسائل الناجح آراء عن حل مسألة ما

لعلك تذكر كيف اقترح كل من دافى وباستير وتبواو آراء أو فكرياً لحل المشكلات التى حاولوا حلها ، وكثيراً ما تؤدي الآراء والأفكار التى يفترضها العلماء إلى إيجاد حلول لمشكلاتهم ثم وضع تلك الآراء موضع التجارب الضابطة .

فأولاً ينبغي أن تقرر المسألة وتوضح فى جلاء ، ثم يأتى بعد ذلك جمع المعلومات عنها ، ومن ثم تقترح الآراء التى قد يحتمل أن تكون حلاً للمسألة وتناقش ، وعادة ما تحتاج تلك الفكر أو الآراء (الفروض) إلى تجارب لاختبارها . وعليك أثناء دراستك للمواد العلمية أن تمارس اقتراح ما أمكنك من الآراء كلما صادفتك مسألة جديدة لحلها .

حلال المسائل الناجح يجرب

لقد تعلمت فى هذا الفصل أن العلماء المشهورين قد توصلوا إلى اكتشافاتهم بإجراء التجارب ، والواقع أن التجارب ما هى إلا أسئلة نضعها أمام الطبيعة ،

والمشاهدة الدقيقة تعطيك دائماً جواباً للسؤال ، كما أن التجربة الحسنة تمدك عادة بمعلومات تؤدي بك إلى اكتشاف ، والتجربة في ذهن كثير من الشباب عبارة عن خلط مواد كيميوية لمراقبة ما يحدث ، وهذا في الواقع قد يكون تجربة إذ أنها قد تؤدي إلى معلومات غير منتظرة إذا ما انفجرت المواد الكيميائية. ولكي تكون شخصاً يحسن إجراء التجارب ، فإن ذلك معناه أن تعمل في صبر فتذكر كيف باشر كل من دافئ وباستير تجاربه بعناية ، فالعالم إذا ما أجرى تجاربه فهو يحاول دائماً أن يضبط كل العوامل إلا ذاك الذي يضعه موضع الاختبار ، فهل يمكنك أن تذكر إحدى تجارب باستير الضابطة التي أجراها وهو يدرس الجراثيم ؟

ان حلال المسائل الناجح دائماً يبدأ يبنى نتائجه على البيانات المختبرة فقط

النتيجة هي الجواب الذي تحصل عليه بعد أن تكون قد اختبرت كل المعلومات والبيانات التي تدور حولها المسألة ، فلنفرض أنك تريد أن تقرر شيئاً عن الملابس التي تلبسها في أحد الأيام ، فأنت أولاً تطل من النافذة لترى إذا ما كانت الشمس ساطعة ، وعندئذ تقرر أنه لا داعي لأن تلبس ملابس ثقيلة جداً ، ولكنك عندما تفتح النافذة تحس بالهواء بارداً ، وعندئذ تقرر أنه ربما تكون الملابس الثقيلة أفضل لك من الخفيفة ، ومن المحتمل أن تختبر استنتاجك بأن تقرأ درجة الحرارة في ترمومتر تحتفظ به خارج المنزل أو أن تستمع إلى التنبؤات الجوية وهي تذاع من الراديو ، فأفضل استنتاجاتنا ما كان مبنياً على معلومات وضعت في محك التجربة ، فإذا ما رغبت في أن تكون حلال مسائل ناجحاً فيجب أن تتعود بناء قراراتك على أحسن المعلومات المتوافرة لديك .

لحلل المسائل الناجح مسلك علمي

إن مسلكك هو ما تشعر به تجاه الأفكار والحوادث وكيف تمتثل إليها ، ولكي تصبح حلال مسائل ناجحاً ينبغي لك أن تجتهد في أن تنمي عدداً من المسالك الطيبة ، فحلل المسائل الناجح :

- ١ — لا يعتقد في الخرافات .
- ٢ — شغوف بالأشياء التي تحدث في العالم الذي يعيش فيه .
- ٣ — يلتزم الحقائق .
- ٤ — لا يتسرع في الحكم على الأشياء .
- ٥ — لا يقتنع بالشروح الغامضة .
- ٦ — يقلب المسائل على وجوهها الكثيرة .
- ٧ — معتن ودقيق في تدوين مشاهداته .
- ٨ — يعمل حسب خطة موضوعة .
- ٩ — يستخدم النتائج التي حصل عليها من تجاربه وتجارب غيره .

اختبر معلوماتك

- ١ — ما هي مميزات حلال المسائل الناجح ؟
- ٢ — بين كيف أن دائي وباستير وتمباو كانت فيهم تلك المميزات .
- ٣ — ماذا يقصد بالتجربة الضابطة ؟ صف تجربة ضابطة أجريتها .
- ٤ — بين كيف تستطيع تطبيق خطوات حل المشكلة على مشكلة ليست من النوع العلمي .
- ٥ — بين كيف تستطيع رفع مستواك في كل من مميزات حلال المسائل الناجح .

المسألة الرابعة - ما هي الأدوات التي تعين العالم على حل مسأله ؟

الأدوات التي يستعملها العالم

يجب أن يجمع العالم معلومات دقيقة لحل مسأله . وهو يحصل على كثير من المعلومات من تجارب دقيقة وهو يستخدم أدوات خاصة لتعينه عليها . وسوف تعرف في هذه المسألة شيئاً عن بعض هذه الأدوات ، ثم تتعلم فيما بعد كيف يستعملها العالم .

لا بد أنك تألف كثيراً من الأدوات التي يستعملها الطبيب أو حكيم الأستان في عملهما . ويستعمل العالم إلى جانب المخابير وأنايب الاختبار و « القنينات » ومصاييح بزن أدوات خاصة ، فعنده ميكروسكوبات

وتليسكوبات تعين عينه في الحصول على المعلومات ، وموازين يزن بها الأشياء بدقة ووسائل عديدة لقيس بها قياساً دقيقاً .

وينبغي أن يستطيع العالم قياس أشياء صغيرة جداً وأشياء كبيرة جداً ، كما يجب أن يكون قادراً على حساب كميات المواد التي استعملت في مسائله .

نظام المقاييس الانجليزي

يستعمل نظام المقاييس الإنجليزي في الولايات المتحدة وانجلترا لوزن الأشياء وقياسها في الحياة العادية ، غير أن النظام الإنجليزي عقيم بطيء ، فانظر مثلاً إلى النظام الإنجليزي في القياس :

١٢ بوصة = ١ قدم .

٣ أقدام = ١ ياردة .

٥ ياردات = ١ قصبة (رُدْ) .

فالنسبة بين البوصات والأقدام والقصبات هي ١٢ ، ٣ ، ٥ . ومثل هذا النظام عقيم في القياس .

النظام المترى للقياس

يستخدم العلماء عادة النظام المترى الذي يسهل العمل به كثيراً عن النظام الإنجليزي في النظام المترى تشتق الوحدات كل من الأخرى بالتضاعف في ١٠ أو القسمة على ١٠ أو مضاعف ١٠ مثل ١٠٠ أو ١٠٠٠ . فالكيلوجرام يساوي ١٠٠٠ جرام والسنتيمتر هو $\frac{١}{١٠٠}$ من المتر .

ويستعمل الناس في معظم بلاد العالم (الولايات المتحدة وانجلترا من الشواذ الرئيسية) النظام المترى في حياتهم اليومية ، وكذلك يفعل العلماء في تلك البلاد ، وحتى في الولايات المتحدة وانجلترا يستعمل كثير من الوحدات المترية وبخاصة الحديد منها في الكهربائية والراديو .

الوحدات المترية

ونجد أسفل هذا الكلام جداول بالوحدات المترية وما يقابلها في النظام الإنجليزي وحيث إن الوحدات المترية قلما تستعمل ولذلك لم تذكر في الجداول سوى المشهور منها ، وقد كتبت المختصرات بين الأقواس .

وحدات الأطوال

١٠	مليمترات (مم)	=	١	سنتيمتر (سم)	=	٠٫٤	بوصة تقريباً .
١٠	سنتيمترات	=	١	ديسمتر (د م)	=	٤	بوصات تقريباً .
١٠	ديسمتر	=	١	متر (م)	=	٣٩٫٣٧	بوصات .
١٠٠٠	متر	=	١	كيلومتر (كم)	=	٠٫٦٢	ميل تقريباً .

وحدات الحجم

١٠٠٠	مليمتر (مم) أو ١٠٠٠ سنتيمتر مكعب (سم ^٣)	=	١	لتر (ل)	=	١٠٠٠	كوارت .
------	---	---	---	---------	---	------	---------

وحدات الموازين

١٠٠٠	مليجرام (مجم)	=	١	جرام (جم)	=	١٠٠٠	مليجرام (مجم)
١٠٠٠	جرام	=	١	كيلوجرام (كجم)	=	٢٫٢	أرطال تقريباً .

اختبر معلوماتك

- ١ - سم بعضاً من الأدوات الهامة التي يستعملها العالم .
- ٢ - من أي النواحي يعتبر النظام المترى أفضل من النظام الإنجليزي .
- ٣ - حول قدماً إلى سنتيمترات .
- ٤ - ما هي أبسط طريقة لتحويل ١٥٠٠ مليمتر إلى سنتيمترات ؟ إلى ديسمترات ؟ إلى أمتار ؟ حاول ذلك .
- ٥ - كم عدد الجرامات الموجودة في رطل واحد ؟
- ٦ - كم عدد الكيلوجرامات الموجودة في عشرة أرطال ؟
- ٧ - كم عدد اللترات الموجودة في الجالون ؟ في البايونت ؟

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الأولى

العلم يساعدك في أن تحتفظ بنفسك صحيحاً آمناً .
العلم يساعدك في إنتاج الأشياء الكثيرة التي تستعملها كما يساعد في انتشارها .
العلم يجعل العمل في الدنيا أكثر يسراً .
العلم قد يساعدك في أن تكون مستهلكاً حكيماً .
العلم يستطيع أن يساعدك في المحافظة على موارد العالم .
العلم يساعدك على أن تستمتع بوقت فراغك .
العلم يجعل معيشتك داخل المنزل أكثر راحة ودعة .
العلم قد جعل الدنيا تبدو أصغر مما هي .
العلم يستطيع أن يغير من طريقة تفكيرك .

المسألة الثانية

يحل العلماء مسائلهم باستخدام الطريقة العلمية .
خطوات الطريقة العلمية أو خطوات حل المشكلة هي :
(أ) ينبغي أن تحدد المشكلة وتعرف بعناية .
(ب) تجمع المعلومات المتصلة بحل المشكلة .
(ج) تقترح الآراء عن حل المشكلة .
(د) تختار أقرب الآراء أملاً في النجاح وتوضع موضع التجربة مع التجارب الضابطة .
(هـ) الوصول إلى النتائج لا بد أن يبنى على بيانات وضعت موضع الاختبار .

المسألة الثالثة

حلال المسائل الناجح :
(أ) يكتشف المشكلات ويحلها .
(ب) يجد المعلومات عن مشكلته .

- (ج) يستعمل حواسه كلها في جمع المعلومات
 (د) يقترح آراء عن حل مشكلته .
 (هـ) مجرب من طراز ممتاز .
 (و) يصل إلى نتائج مبينة فقط على معلومات وضعت موضع التجربة .

المسألة الرابعة

يحتاج العالم إلى أدوات خاصة يقيس بها قياساً دقيقاً .
 معظم العلماء يستعملون النظام المترى .

اسئلة للمناقشة

- ١ - ناقش بعض الطرق التي جعل بها العالم الدنيا أوفر صحة .
- ٢ - تزيد حوادث السيارات والوفيات بسببها كل عام . فهل تستطيع أن تقول إن العلم قد جعل الدنيا مكاناً أكثر أمناً للعيش فيه ؟ وضح ذلك .
- ٣ - كيف حسن العلم إنتاج الأشياء العادية التي نستعملها وعمل على توزيعها؟
- ٤ - كيف يساعد العلم المستهلك .
- ٥ - لماذا كانت المحافظة من الأهمية بمكان بالنسبة لنا في حياتنا اليومية ؟
- ٦ - كيف جعل العلم حياتنا أكثر دعة ؟
- ٧ - كيف يستطيع العلم مساعدتنا في أن نقضي وقت فراغنا بحكمة ؟
- ٨ - بأي الطرق استطاع العلم أن يجعل دنيانا تبدو أصغر مما هي ؟
- ٩ - ما هي طريقة حل المشكلة أو الطريقة العلمية ؟

تمارين على حل المسائل

عندما تحدد مسألة :

- ١ - ضع المسألة على صورة سؤال
- ٢ - حدد المسألة بالنسبة للعامل الذي قد يؤثر على النتيجة .
- ٣ - انتخب الكلمات التي تعبر بوضوح عن العامل الذي يحتمل أن يكون أثره موضع الاختبار

استطاع فريد أن يقتصد من راتبه الذى يتقاضاه من عمله نصف الوقت فى مخزن للبضائع المعدنية كى يؤجر عجلة بخارية ، فالعجلة البخارية تعينه على الانتقال إلى المدرسة ومنها بسرعة ، هذا بالإضافة إلى أن مخدومه قد وعده بزيادة راتبه لتوزيع المبيعات الصغيرة ، ولقد وافق والده على أن يشتري العجلة. وفى أحد الأيام الشديدة الدفء طلبت أم فريد من ابنها أن يحمل إلى جدته التى تقطن فى الريف على مسافة أربعة أميال من المدينة بعضاً من اللحم والخضر المثلجة ، وما كاد فريد يصل إلى مسافة ميل من منزل جدته حتى توقف محرك عجلته فجأة حيث كان يسوق فى طريق مليئة بالزلط المعد لرصفيها ، ولم يستطع فريد إصلاح المحرك وعندئذ نظر إلى ساعته فاذا هو يتبين أنه لم تدب سوى ساعتين اثنتين أو ما يقرب من ذلك للرجوع إلى محل عمله. أكتب ثلاث مشكلات جابهت فريداً . حاول أن تحدد كل مشكلة بطريقة يسهل تحليلها وحلها . اختر واحدة من المشكلات وشرح كيف كان يتأقن لك أن تحلها .

المجموعة الأولى

أشياء أخرى لك لتفعلها!

تقارير يمكنك أن تعدها :

- ١ — المواد التى ينبغى لك أن تدرسها فى المدرسة لكى تحصل على مرانة تعيينك على العمل فى وظيفة فى الميدان العلمى .
- ٢ — احتياجات أو شروط التجربة الضابطة .
- ٣ — كيف أن استعمال المهارة فى حل المسائل يساعد فى حل المسائل الشخصية .
- ٤ — طرق المعيشة التى تغيرت بفعل الاكتشافات العلمية .
- ٥ — عادات الشخص الذى يمارس الحدق فى حل المسائل .

الكتب التى ننصح بقراءتها

"Invitation to Experiment. Ira M. Freeman. Dutton, 1940"

يقدم هذا الكتاب الملىء بالأشكال تجارب كثيرة بسيطة مسلية تساعدك

على تفهم مبادئ العلم التى تدرس فى ذاك العام . ويحتوى الفصلان الثالث والسابع على عدة تجارب عن الهواء المحيط بك .

“Careers in Science. Philip Pollock: Dutton, 1943”

عندما تفرغ من قراءة هذا الكتاب يمكنك أن ترسم لنفسك خط سير فى العلم . وإلى أولئك الشباب الذين يرغبون فى الحصول على قوتهم من العمل فى الكيمياء ، أو البيولوجيا ، أو الجيولوجيا ، أو الطبيعة فإن هذا الكتاب يعينهم فى ذلك .

“Science Experiences with Ten-cent Store Equipment. Carleton J. Lynde. International Textbook Company, 1952”

يشتمل هذا الكتاب على حوائى مائتى تجربة علمية بسيطة تحتاج إلى أدوات رخيصة الثمن ، والأشكال واضحة ، وتوجد بالقرب من نهاية الكتاب شروح مختصرة للتجارب .

“Scientist and His Tools Bertha M. Parker. Row, Peterson, 1944”

يوضح هذا الكتيب كيف أن اكتشافات باستير وجاليليو وكورى وزوجته تبين طريقة العلماء فى حل المشكلات .

“Science Today and Tomorrow. Waldemar Kaempffert. Yiking, 1945”

تجد فيه وصفاً لأهم أوجه التقدم والاكتشافات فى العلم الحديث عن الاختراعات ، ومعظمها فى ميدان الفلك والبيولوجيا والكيمياء .

“American Women of Science. Edna Yost. Stokes, 1943”

يشتمل على تاريخ اثنى عشرة امرأة أمريكية من اللواتى ساهمن بشكل ملحوظ فى تقدم العلم فى القرن العشرين ، ومن الموضوعات المقدمة التبريد والطب والأغذية والكيمياء والفلك .

بحوث يمكنك أن تقوم بها

١ - إجمع المعتقدات الخرافية من الناس الذين تعرفهم واقترح طرقاً لتختبر هذه المعتقدات .

- ٢ - إبحث في الإعلانات التي تستخدم كلمتي « العلم » و « علمي » ثم حلل معناه كما هما مستعملتان في الإعلانات .
- ٣ - ادرس المجتمع الذي تعيش فيه لكي تعثر على أشخاص يستعملون النظام المترى للمقاييس في حرفهم .
- ٤ - إذا كان هناك مصنع في بيتك زره كي تتعلم الوسائل المستعملة فيه للمحافظة على جودة إحدى منتجاته .
- ٥ - إذا كنت تعيش في مزرعة ، زر وكيل إحدى المزارع في المنطقة لكي تتعلم كيف أن الاكتشافات العلمية قد أثرت على الطرق التي تستخدم في زراعة المحصولات أثناء ربيع القرن الأخير .

المجموعة الثانية

أرضنا مخزن للمواد

- ٢ - نحن نعيش في محيط من الهواء
- ٣ - الصور المختلفة للماء
- ٤ - الطقس والمناخ
- ٥ - سطح الأرض في تغير مستمر
- ٦ - كيف نحصل على المواد من الأرض ونستعملها

نظرة إلى الامام

إن هذه الأرض التي نعيش عليها إن هي إلا نقطة صغيرة في الفضاء .
فأنت وأنا وملايين الكائنات الحية الأخرى نستطيع أن نعيش عليها لأن أرضنا
جزء من المجموعة الشمسية التي تحصل على الحرارة والضوء من الشمس اللتين
هما صورتان من صور الطاقة، وبدون طاقة الشمس تموت كل الكائنات الحية .
ولقد تحير العلماء لمدة طويلة كيف حصلت الشمس على طاقتها الكبيرة
المخزونة . وعلى كل حال فإنهم يعتقدون الآن أن لديهم مفتاح هذا السر .
ربما تكون قد قرأت عن القنبلة الهيدروجينية والكميات الهائلة من الطاقة التي
تطلقها . ويعتقد العلماء الآن أن طاقة القنبلة الهيدروجينية تشبه طاقة الشمس .
وفي الحقيقة أن دراسة الجو المحيط بالشمس هو الذي اقترح في أول الأمر
إمكان عمل قنبلة هيدروجينية .

افرض أنك سمعت في الراديو أو قرأت في الجرائد أن الفحم أو الزيت
أو الغاز الطبيعي عندنا قد استنفذ ، فهل تندهش ؟ أو إذا علمت أنه لم يعد
هناك خامات حديد أو رصاص أو خارصين أو نحاس أو فضة أو ذهب ،
فهل هذا يقلقك ؟ افرض أنك سمعت أن مزارعنا ذات المساحات الشاسعة
لم تعد تستطيع إنتاج الشعير والقمح لأنها تحولت إلى صحراء ، فهل تنذع ؟
ربما تعلم لأول مرة أن أرضنا مخزن كبير لمواد أساسية للحياة وقد ظل الإنسان
يستنفدها من هذا المخزن لسنين عديدة خلت .

إن عمر أرضنا كبير ، إذ يبلغ حوالي بليونين من السنين . وقد كانت
منذ تكونت دائمة التغير ، فرفعت سلاسل الجبال عندما تفضنت القشرة
الأرضية وتآكلت على مر العصور بفعل القوى الطبيعية مثل الرياح والمياه
الحارية وأمواج المحيطات وغيرها . وقد تغير الطقس مرات عديدة في أماكن

كثيرة بمرور الزمن ، ويتغير الجو عندنا من يوم لآخر ، كما تتغير عندنا فصول السنة أيضاً . كل هذا يدل على أننا نعيش على أرض دائمة التغير ومنقدم لك في هذه الوحدة حقائق مثيرة عن الأرض : طبقة الهواء المحيطة بها ، أهمية الماء ، الجو والطقس ، القوى التي تبني وتبلى سطحها وأهمية المواد ومصادر الطاقة الممكن الحصول عليها منها .

٢ نحن نعيش في محيط من الهواء

إذا قيل لك بطريقة ما إننا نشبه السمك الذى يعيش فى قاع البحر ،
فربما تجد التشبيه غريباً . لكن الحقيقة أننا نعيش فى قاع محيط عظيم ، هو
محيط عميق من الهواء يبلغ عمقه أضعاف عمق البحر .

ومحيطنا الهوائى يشبه المحيط المائى ، وهو أحياناً صاخب الزوابع كالبحر
الهائج وأحياناً هادئ ساكن . وتنتقل باستمرار كميات هائلة من الهواء الدافئ
من المناطق الاستوائية نحو القطبين ، كما تنتقل كميات كبيرة من الهواء البارد
من القطبين نحو المناطق الاستوائية . إنها هذه الكميات المتحركة من الهواء
الدافئ والبارد التى تؤثر فى جونا .

ويعيش كثير من النباتات والحيوانات فى المحيط الهوائى .

ونستحيل الحياة بدون هواء ، لأن الهواء يحتوى على مواد تعيش عليها
الأشياء الحية . وأهم هذه المواد هى الأكسجين الذى لا تستغنى عنه كل
الكائنات الحية ، والنيتروجين مادة أخرى لازمة للأشياء الحية . وكذلك
ثانى أكسيد الكربون الذى تلفظه الكائنات الحية فى الهواء فى عملية الزفير ،
فستستخدمه النباتات الخضراء فى عملية تكوين الغذاء الهامة . وسنعرف فى هذا
الفصل فوائد الهواء العديدة .

المسائل التى سوف نعالجها

- ١ — ماذا تعرف عن الهواء ؟
- ٢ — كيف يقاس ضغط الهواء ؟
- ٣ — ما هو تركيب الهواء ؟
- ٤ — كيف تحترق الأشياء ؟
- ٥ — كيف نستفيد من الهواء ؟

المسألة الأولى - ما الذى كشفه الانسان عن الهواء ؟

الغلاف الهوائى

يحيط بالكرة الأرضية طبقة أو غلاف من الهواء ويسمى هذا الغلاف الهوائى بالهواء الجوى ، وهو لاصق بالأرض بقوة الجاذبية التى تجذبه نحو مركز الأرض . وكثافة طبقة الهواء القريبة من الأرض أكبر من كثافة طبقة الهواء البعيدة عنها ، لأن جزيئاتها قريب بعضها من بعض وذلك نظراً لضغط جزيئات طبقة الهواء التى فوقها عليها والتى تجذبها إلى الأرض قوة الجاذبية الأرضية .

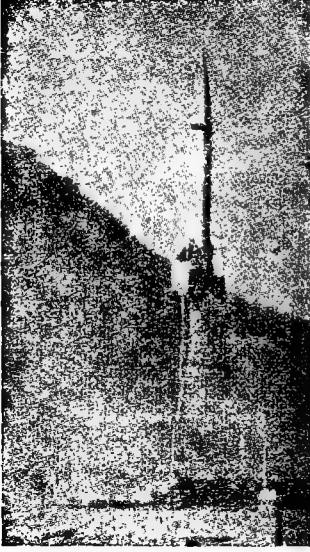
التروبوسفير

ينقسم محيطنا الهوائى إلى عدة مناطق أو طبقات كبيرة يغلف بعضها بعضاً ، كما تحيط عدة أغلفة بكرة اليبس بول . وتسمى الطبقة المتاخمة للأرض بطبقة التروبوسفير التى تختلف فى ارتفاعها من عشرة أميال عند خط الاستواء إلى ستة أميال عند القطبين الشمالى والجنوبى . وفى هذا الجزء من منطقة الهواء الجوى تحدث كل التغيرات الجوية وتنشأ فيه الرياح والأمطار والسحب والعواصف . وتختلف درجة حرارة التروبوسفير من درجة حرارة الأرض إلى ٦٧° تحت الصفر المئوى .

الستراتوسفير

وهى طبقة هوائية أخرى تحيط بالتروبوسفير وتمتد إلى ارتفاع يبلغ حوالى ٣٥ ميلاً ابتداء من طبقة التروبوسفير . وتختلف فيها الظروف الجوية كلية عن طبقة التروبوسفير التى تحتها ، فلا يوجد فيها عواصف ولكن بها قليلاً جداً من السحب لانعدام وجود بخار الماء الذى يكونها ، تقريباً . وتظهر فيها أحياناً سحب رقيقة غير معروفة طبيعتها بالضبط . وفى الستراتوسفير ، تهب الرياح دائماً فى نفس الاتجاه ودرجة الحرارة عموماً منخفضة والتغير فيها بسيط جداً .

وقد قام أوجست بيكارد فى مايو عام ١٩٣١ بأول رحلة إلى الستراتوسفير ، فى كرة محكمة يحملها بالون . ووصل إلى ارتفاع عشرة أميال . وفى عام ١٩٣٥



وصل المستكشفان ستيفن وأندرسن إلى ارتفاع ٧٣٣٩٤ قدم أى أربعة عشر ميلا تقريبا .
وفي صيف عام ١٩٥١ وصل صاروخ تابع
للبحرية الأمريكية إلى ارتفاع يزيد على
٧٩٠٠٠ قدم أى حوالى خمسة عشر ميلا .
ثم توصلت بعد ذلك صواريخ محملة بأجهزة
تسجيل إلى الوصول إلى ارتفاعات ٢٥٠ ميلا .
ومن نتائج هذه الاستكشافات والملاحظات
يمكن أن يكون ارتفاع الطبقة الجوية حوالى
خمسائة ميل .

اين يوجد الهواء

(شكل ٢)
ربما يصل صاروخ من هذا النوع إلى
ارتفاعات تزيد عن ١٠٠ ميل، ويمكن
استعماله فى دراسة طبقات الجو العليا .

ومع أن الهواء عديم اللون ولا نستطيع
أن نراه، إلا أنه موجود فى كل مكان وربما
تساعدك تجربة بسيطة للتحقق من ذلك .

تجربة ٤

اين يوجد الهواء ؟

املا كوباً بالماء واتركه لبضع ساعات فى حجرة دافئة . وكذلك املا
كوباً آخر بالماء وضعه فى ثلاجة . اختبر كل كوب بعد ساعتين أو ثلاثة .
هل هناك أى دليل على أن الهواء كان ذائبا فى الماء ؟

ضع كتلة من التربة فى طبق به ماء كاف لغمرها دون أن تكسرها .
هل تحتوى التربة على هواء ؟ ما هو دليلك ؟ كرر التجربة باستخدام قطعة
من التربة من مكان آخر . هل تحصل على نفس النتيجة ؟

أعد التجربة مستخدماً قطعة من الطوب الأحمر . ما هو رأيك فى هذه
المسألة . أين يمكن أن يوجد الهواء ؟

من هذه التجارب نجد أن الهواء موجود فى الماء وفى التربة وفى بعض

المواد الصلبة مثل الطوب الأحمر . كذلك فهو موجود في أجسامنا وفي الكهوف وفي المناجم العميقة .

ماذا نعني بكلمة مادة ؟ إننا نسمى الخشب والطباشير مواد . والماء والزجاج والصخور أيضاً كلها مواد . وكذلك الحديد والخلد فهي أيضاً مواد . كيف نقرر أن شيئاً ما مادة أو لا مادة ؟ بمناقشة هذه الأسئلة نجد أن هناك اختبارين : (١) هل لها وزن ؟ (٢) هل تشغل حجماً ؟ دعنا نطبق هذين الاختبارين على الهواء .

تجربة ٥

هل للهواء وزن ؟

انفخ كرة قدم أو كرة سلة بالهواء بوساطة منفاخ ، ثم ضعها على كفة ميزان وزنها ، ثم أفرغها من الهواء وتأكد من إخراج كل الهواء منها ثم وزنها ثانية . ما هو استنتاجك للإجابة على السؤال « هل للهواء وزن » ؟

تجربة ٦

هل يشغل الهواء حيزاً ؟

ضع سداداً به فتحتان في فوهة زجاجة وأدخل قمعاً في إحدى الفتحتين واسكب ماء داخل الزجاجة . ضع الآن إصبعك جيداً فوق الفتحة الأخرى وأعد سكب الماء في الزجاجة بالقمع . كرر العملية حتى تصل إلى معرفة هل يشغل الهواء حيزاً أم لا ؟ هل يمكن التحكم في هذه التجربة ؟ اشرح . هل تقترح تجربة أخرى لتثبت أن الهواء يشغل حيزاً ؟

يجوز أنك قد شاهدت عندما تفرغ سائلا من زجاجة أو تشرب قليلا منه ، أنه عندما يخرج السائل من الزجاجة يحل الهواء محله . هذا يثبت أن الهواء يشغل حيزاً .

والهواء ، كما نعرفه ، هو غاز ، ولكن يمكن تحويله إلى سائل أو صلب ؛ إذ عندما يبرد إلى حوالي -200°C م تحت الصفرة المئوي يتحول إلى سائل أزرق ويتجمد إذا برد أكثر من ذلك ، وهذه التغيرات تثبت أن الهواء مادة .

اختبر معلوماتك

- ١ — ما هما أقرب طبقتي الهواء الجوى للأرض ؟
- ٢ — اذكر خاصيتين مميزتين مهمتين لكل من هاتين الطبقتين .
- ٣ — على ماذا تستند إليه معلوماتنا أن ارتفاع طبقة الهواء الجوى هي مائة ميل ؟
- ٤ — كيف أثبت أن الهواء مادة ؟

المسألة الثانية - كيف يقاس ضغط الهواء ؟

ضغط الهواء

عرفت من تجربة الكرة أن للهواء وزناً مهما كانت كميته ، وبسبب وزنه فانه يبدى ضغطاً . فارتفاع طبقة الجو الكبير يسبب ضغطاً للطبقة القريبة للأرض نظراً لوزن الهواء الهائل فوقها . ففكر الآن في كل الهواء الذى فوقك وتذكر أن لكل جزء منه وزناً يضغط على كل الهواء الذى تحته . انه يشبه مجموعة من الوسائد مرتبة فوق بعضها . نلاحظ أن الوسادة السفلى قد أصبحت أكثر استواء لأنها تحمل ضغط كل الوسائد الأخرى التى فوقها . يزداد ضغط الهواء على مساحة ٣٠ قدماً مربعة عن ٩٠٠ طن !

ونحن نذكر دائماً « ضغط الهواء » . فهل تعرف ماذا تعنى ؟ يضغط الهواء على كل شىء على الأرض وأيضاً يبدى ضغطاً جانبياً وإلى أعلى ، فمثلاً ينهار سقف إذا لم يضغط بالهواء الذى تحته إلى أعلى بقوة مساوية لضغط الهواء فوقه . وتنضغط أجسامنا أيضاً إذا لم يتساو ضغطا الهواء داخل وخارج أجسامنا . وعندما تهب رياح الترنادو الدوامية الشديدة وتنتقل السحب ، يقل ضغط الهواء وحينئذ تنفجر أحياناً المباني إلى الخارج نظراً لكبر ضغط الهواء داخلها عن خارجها .

تجربة ٧

هل يدفع الهواء من الجانب وإلى أعلى ؟

املأ كوباً بالماء حتى آخره وضع قطعة من الورق أكبر كثيراً من الكوب على فوهته واضغط عليه قليلاً . اقلب الكوب رأسياً فوق حوض .

فهل تسقط الورقة ؟ ماذا يحملها ؟ والآن أدر الكوب واجعله أفقياً . هل تسقط الورقة ؟ ماذا يحملها ؟ أدر الكوب في اتجاهات مختلفة ، ما النتيجة التي تصل إليها ؟

إذا وزنت عموداً من الهواء يمتد من سطح البحر إلى آخر الطبقة الجوية على مساحة بوصة مربعة ، تجد أنها تزن حوالى ١٤٧ رطلا . وبذلك نقول ان ضغط الهواء عند سطح البحر على بوصة مربعة هو ١٤٧ رطلا .

إذا كنت قد ركبت طائرة فلا بد أن تكون قد أحسست بدوار في آذانك ، ممكن تفسيره بأنك كلما بعدت عن الأرض يقل ضغط الهواء ، وبذلك يضغط الهواء داخل رأسك على غشاء « طبلة » الأذن إلى الخارج ويحدث هذا لأن كمية الهواء عندك أقل من كميتها على سطح الأرض . كذلك يجد متسلقو الجبال صعوبة في التنفس على ارتفاعات شاهقة نظراً لصغر ضغط الهواء . ويزداد الضغط داخل حجرات الطائرات التي تطير على ارتفاعات شاهقة . كما أن ضغط الهواء على جبال روكي أقل من ضغط الهواء على أى مدينة على الشاطئ ، ويبين الجدول الآتى ضغط الهواء على ارتفاعات مختلفة :
ضغط الهواء

رطل لكل بوصة مربعة

١٤٧	...	...	...	...	سطح البحر
٧٥	...	...	...	٣٨ ميلا	جبل ماكينلى ، ارتفاعه
٥	...	...	...	٥٥ ميلا	جبل أفرست ، ارتفاعه
١	...	...	...	...	أعلى نقطة وصل إليها الإنسان
$\frac{1}{4}$	...	...	...	...	أعلى نقطة وصل إليها بالون جوى

وستبين التجربة التالية قوة ضغط الهواء .

تجربة ٨

كيف تحطم علبة من الصفيح بضغط الهواء ؟

أحضر علبة سعتها جالون واحد مقفلة بغطاء محوى أو بسداد محكم . ضع بداخلها قليلا من الماء ارتفاعه حوالى بوصة وسخنها إلى أن يخرج البخار

من الفوهة . اقلل الفوهة بسرعة ، بالغطاء المحوى أو بالسدادة ، وأبعد العلبة عن مصدر الحرارة واتركها تبرد لبضع لحظات ولاحظ النتائج . ماذا توضح هذه التجربة ؟ أنها تجربة يمكن التحكم فيها .

في عام ١٦٥٠ قام اوتو فون جيريك ، وهو ألماني عاش في مدينة ماجدبرج ، بتجربة مهمة على ضغط الهواء . فلقد صمم نصفي كرة معدنية بحيث أنهما يلتئمان مع بعضهما بإحكام . وعندما خلخل الهواء من داخل الكرة لم يستطع فريقان من الخيل مربوطان بنصفي الكرة أن يفصلاهما عن بعضهما وذلك لضغط الهواء الخارجى عليهما . ويمكنك عمل تجربة مماثلة .



(شكل ٣) هل يمكنك تفسير استخدام التفريغ الجزئي في كل جهاز ؟

تجربة ٩

كيف يمكن إجراء تجربة نصفي الكرة باستخدام كأسين ؟

أحضِر كأسين كبيرتين من المطاط . بلل حرفيهما واضغطهما تجاه بعضهما بإحكام ، وحاول فصلهما . ماذا يمسكهما ببعض ؟ هل هذه تجربة يمكن التحكم فيها ؟ كيف تجرى التجربة لتثبت أن الهواء هو الذى يمسكهما ببعض ؟ هل يمكنك إجراء تجارب أخرى بهاتين الكأسين من المطاط ؟

لقد رأيت في تجاربك : تطبيق العلبة ومسك الكأسين ببعض ، رأيت تأثير ضغط الهواء عندما يكون الضغط أكبر خارج جسم عن داخله . لقد طرد البخار الهواء في تجربة العلبة ولما برد وتكثف إلى ماء ، شغل هذا الماء حجماً أقل من الذى كان يشغله البخار، وبذلك ترك جزءاً مفرغاً في العلبة وقلل الضغط داخلها . وبذلك حطم العلبة ضغط الهواء الخارجى وهو الأكبر .

هل يمكنك تفسير حدوث فراغ جزئي داخل الكأسين ؟ ما هي الأحوال الأخرى التي يستخدم فيها التفريغ الجزئي . سيساعدك (شكل ٣) في الإجابة على هذا السؤال .

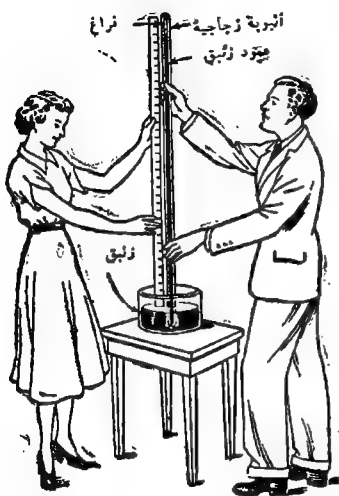
قياس الضغط الجوي

يمكن قياس ضغط الهواء . فقد اكتشف العالم الإيطالي ، جاليليو ، حوالي عام ١٦٣٨ ، أن مضخة رافعة لا يمكنها رفع ماء من بئر لأكثر من ٣٠ قدماً ، ولكنه لم يعرف السبب . وفي عام ١٦٤٣ ، عرف السبب تلميذان من تلاميذه وهما تورشيللي وفيغياني وقالوا : إنه بما أن للهواء وزناً فهو يضغط على سطح البئر وأن ضغط الهواء كله هو وزن عمود من الماء ارتفاعه ٣٤ قدماً . وبما أن الزئبق أثقل من الماء حوالي ١٤ مرة ، فيمكن لضغط الهواء أن يرفع عموداً من الزئبق ارتفاعه حوالي ١/١٤ من ارتفاع عمود الماء أي حوالي ٢١/٢٤ قدم . وقد اقترح تورشيللي تجربة لإثبات ذلك ويمكنك إعادة هذه التجربة .

تجربة ١٠

كيف يمكن إجراء تجربة تورشيللي بضغط الهواء ؟

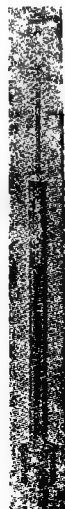
أحضِر أنبوبة زجاجية طولها ٣٤ بوصة تقريباً ، مقفلة من أحد طرفيها واطلب من أستاذك أن يساعدك على ملء الأنبوبة بالزئبق مستخدماً قمعاً وأنبوبة توصيل وبعد ملئها بالزئبق سد طرفها بإصبعك خوفاً من انسكاب الزئبق ونكسها في حوض صغير به زئبق ، ولا تترك إصبعك فتحة الأنبوبة إلا بعد غمر هذا الطرف تحت سطح الزئبق في الحوض . ثم ثبت الأنبوبة بحيث لا يمس طرفها قاع الحوض كما في (شكل ٤) .



(شكل ٤) قياس ضغط الهواء

قس ارتفاع عمود الزئبق فوق سطح الزئبق في الحوض . وكرر قراءات مماثلة في

بضعة أيام متتالية . لماذا ينخفض الزئبق في الأنبوبة ؟ وماذا يرفعه في الأنبوبة
ولقد اكتشف تورشيللى ، كما عملت في تجربتك ، أن عموداً من الزئبق
ارتفاعه حوالى ٣٠ بوصة يبدى ضغطاً كالذى يبدى عمود من الهواء من الهواء
يساوى ارتفاع طبقة الجو . ويسمى الجهاز الذى استخدمته في تجربتك
بارومتر زئبقى . ويوجد فوق سطح الزئبق في الأنبوبة فراغ
جزئى ويبقى الزئبق بالأنبوبة مرفوعاً بتأثير ضغط الهواء على سطح
زئبق الخوض ، أى يتوازن عمود الزئبق بالأنبوبة مع ضغط
الهواء على سطح زئبق الخوض. وإذا كانت مساحة مقطع الأنبوبة
بوصة مربعة، فيزن الزئبق بالأنبوبة حوالى ١٤٧ رطلاً عند سطح
البحر. ويقاس ضغط الهواء غالباً بارتفاع عمود الزئبق بالبوصات
وبذلك ربما يكون الضغط عند سطح البحر ٣٠ بوصة من الزئبق
بينما على قمة جبل ماكينلى ربما يكون ١٥ بوصة من الزئبق. ويمكننا
القول بأن هذين الضغطين هما ١٤٧ رطلاً لكل بوصة مربعة في
الحالة الأولى وحوالى ٧٥ رطلاً لكل بوصة مربعة في الحالة الثانية
(شكله) وبين (شكل ٥) بارومتر زئبقى .



بارومتر انرويد

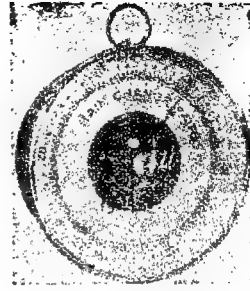
إن البارومتر الزئبقى مفيد جداً في المعامل ومكاتب الأرصاد ، حيث
يمكن تثبيته على الحائط ومن الصعب نقله . على أننا كثيراً ما نحتاج إلى بارومتر
ممكن نقله من هنا وهناك أو يؤخذ في طائرة أو يرسل في بالون أرصاد ،
ولهذه الأغراض يستخدم عادةً بارومتر انرويد ، وكلمة « انرويد » معناها
« بدون سائل » .

تجربة ١١

ما هو تركيب بارومتر انرويد ؟

أحضر بارومتر انرويد ، وادرس أجزاءه المختلفة الموضحة في

(شكل ٧) . ولاحظ تقسيمات التدرج (شكل ٦)
وقارن بين قراءتي بارومتر انرويد والبارومتر
الزئبقى الذى عملته .



وأهم جزء فى بارومتر انرويد هو الصندوق
المعدنى اللامع ذو السطح الموج وهو مفرغ تماماً
من كل الهواء بواسطة مضخة ماصة وملحوم حتى
إنك إذا دقت النظر جيداً فيمكنك من رؤية

(شكل ٦)
بارومتر انرويد بعد إزاحة وسط
واجهته ليظهر تركيبه الداخلى

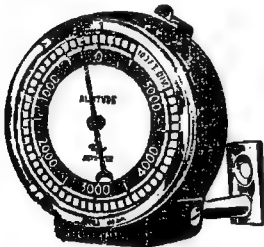


الأبوبة الصغيرة التى فرغ منها ، كما يمكنك رؤية
آثار لحمة بالخام . وهناك يابى قوى يمنعه من
الانطباق فاذا زاد ضغط الهواء الخارجى ، انضغطت
أسطح الصندوق إلى الداخلى وانضغط اليابى بينما إذا
قل ضغط الهواء الخارجى جذب اليابى أسطح
الصندوق إلى الخارج . وبعد تركيب الصندوق
فى وضعه الصحيح ، تسبب حركة هذه الأسطح حركة
المؤشر الذى يتحرك على التدرج المرقوم بالبوصات
والسنتيمترات الزئبقية .

استخدام البارومترات

(شكل ٧) تركيب بارومتر انرويد
(أ) حجرة صغيرة مفرغة ،
(ب) يابى لحفظ الصندوق من
الانطباق تحت تأثير الضغط الجوى
المعتاد (ج) محور يشبه مؤشر
(د) ذراع يتحرك إلى أعلى وإلى
أسفل عندما يحرك ضغط الهواء سطح
الصندوق إلى الداخلى والخارج .

تستخدم البارومترات فى أماكن عديدة ،
فيستدل الرجل الرياضى على حالة الجو من بارومتر انرويد
ويستخدم بارومتر انرويد فى الطائرات
للدلالة على ارتفاع الطائرة ويسمى مقياس الارتفاع
(شكل ٨) .

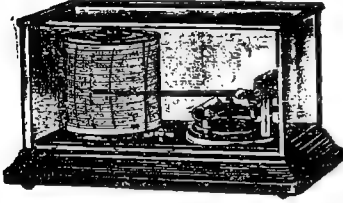


(شكل ٨) مقياس الارتفاع

كما نرسل مثل أجهزة بارومتر انرويد فى
بالونات الرصد وتكون مصممة على أنها ترسل
إشارات لاسلكية للرصد مينة الضغط على ارتفاعات
مختلفة أثناء ارتفاع البالون .

الباروجراف

تُحصل محطات الأرصاد على تسجيلات مستمرة للضغط الجوى بواسطة



(شكل ٩)

الباروجراف. وفي الباروجراف، يحرك جهاز بارومتر انرويد إبرة إلى أعلى أو إلى أسفل تتحرك على شريط من الورق مقسم إلى وحدات للضغط، وأيضاً إلى أيام وساعات. ويركب هذا الشريط على أسطوانة تدبرها ساعة. وترسم الإبرة على الشريط، أثناء دوران الأسطوانة، خطاً متصلاً مبيّناً الضغط (أنظر شكل ٩) ويمثل هذا الجهاز يمكن تسجيل تغيرات الضغط في أسبوع كامل على الشريط.

اختبر معلوماتك

- ١ - لماذا يبدى الهواء ضغطاً؟ ولماذا يقل الضغط الجوى كلما بعدنا عن الأرض؟
- ٢ - اشرح كيف يتزن عمود الزئبق في البارومتر الزئبقي مع عمود هوائى ارتفاعه يساوى ارتفاع طبقة الهواء الجوى؟
- ٣ - كيف اخترع البارومتر الزئبقي؟
- ٤ - اشرح عمل بارومتر انرويد.
- ٥ - ماذا يقصد بالفراغ؟
- ٦ - بماذا يمتاز الباروجراف على بارومتر انرويد العادى؟

المسألة الثالثة - ما هو تركيب الهواء؟

الهواء خليط من غازات

إن طبقة الهواء التى تحيط بالأرض ما هى إلا مخلوط من غازات ، نسبة النيتروجين فيها ٧٨ فى المائة والأكسجين حوالى ٢١ فى المائة ، والواحد فى المائة الباقى يحتوى على عدة غازات منها الأرجون والهليوم والنيون والزينون والكربيتون مختلطة بكميات صغيرة من ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء

والأوزون والنشادر . وهناك طرق عديدة لتحليل الهواء إلى محتوياته وهناك طريقة بسيطة مشروحة في التجربة القادمة لفصل الأكسجين عن الغازات الأخرى .

تجربة ١٢

كيف يمكن فصل الأكسجين عن غازات الهواء الأخرى ؟

املاً أنبوبة اختبار كبيرة بالماء ثم أفرغها . ضع قليلاً من برادة الحديد الناعمة في الأنبوبة ثم أزل البرادة غير العالقة . نكس الأنبوبة في كوب أو كأس بها ماء بحيث ينغمس طرف الأنبوبة قليلاً تحت سطح الماء واطركها عدة ساعات في حجرة دافئة . وللمقارنة نكس أيضاً أنبوبة مبللة بدون برادة حديد ، في الماء . ثم قارن بين ارتفاع الماء في الأنبوبتين وقارن بين برادة الحديد في الأنبوبة الأولى وبرادة الحديد الأصلية . قس ارتفاع الماء في أنبوبة برادة الحديد ثم اقسمه على طول الأنبوبة . ما هو حجم الغاز المفقود من الأنبوبة ؟

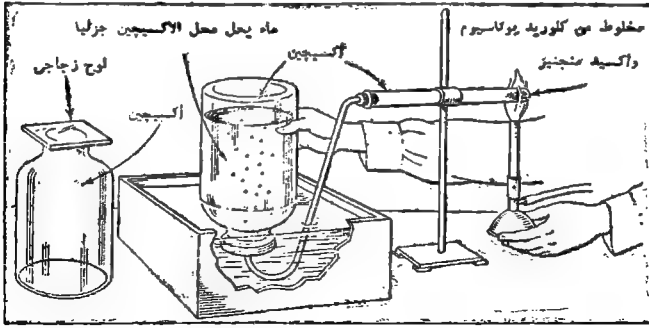
في هذه التجربة نجد أن برادة الحديد تتحد مع أكسجين الهواء لتكوّن صداً الحديد وهي مادة مكونة من حديد وأكسجين . ويقال إن الحديد والأكسجين قد تغيرا كيميائياً لأن للمادة الجديدة المتكونة صفات مميزة مختلفة عن صفات الحديد والأكسجين . ويقال إن الحديد قد تأكسد ، ويسمى التغير الكيميائي أكسدة ، كما يسمى صداً الحديد ، وهو المادة الجديدة ، بأكسيد الحديد .

إن المواد التي تكون الهواء هي مجرد مخلوط ؛ فهي ليست متحدة مع بعضها كيميائياً . ومثل خليط غازات الهواء كمثل خليط من الرمل والبسلة والفول والماء الذي يمكن خلطها ثم فصلها عن بعض ثانياً .

الأكسجين

يكون الأكسجين $\frac{1}{5}$ حجم الهواء تقريباً . وإذا لم يكن هناك أكسجين في الهواء لأصبحت الأرض جرداء قاحلة حيث لا حياة بدون أكسجين .

ويقال إن الأكسجين نشط كيميائياً ، إذ أنه يتحد بسهولة مع المواد الأخرى ليكون مركبات . وقد شاهدت أنه يتحد مع الحديد مكوناً أكسيد حديد . ويتحد الأكسجين مع الغازات الأخرى مثل الألدروجين ليكون الماء . دعنا نحضر قليلاً من الأكسجين للدراسة عن قرب .



(شكل ١٠) جهاز تحضير الأكسجين

تجربة ١٣

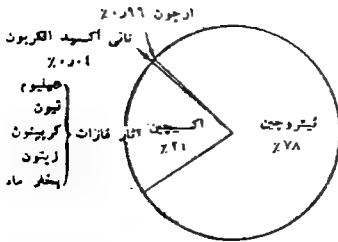
كيف يحضر الأكسجين ؟ وما هي خواصه ؟

أحضر أنبوبة اختبار من زجاج البيركس وركب الجهاز الموضح بشكل (١٠) . املاً نصف أنبوبة الاختبار بمخلوط مكون من ٤ أجزاء من كلوريد البوتاسيوم وجزء من أكسيد المنجنيز وأقل الأنبوبة بسدادة بها فتحة واحدة . نفذ منها أنبوبة توصيل زجاجية قصيرة . سخن محتويات أنبوبة الاختبار . املاً ثلاثة أو أربعة مخابير بالماء وغطها بالواح زجاجية ونكسها في حوض به ماء . أدخل طرف أنبوبة التوصيل في فوهة المخبار بعد خروج الغاز (الأكسجين) إذ يظهر على هيئة فقاعات في ماء الحوض . املاً ثلاثة أو أربعة مخابير بالأكسجين بإزاحة الماء . أمسك قطعة من صوف الصلب بوساطة ماسك وأشعلها من لب وضعها بسرعة في مخبار أكسجين . ماذا يحدث ؟ أشعل قطعة من الخشب وأطفئ لها ثم ضعها وهي متوهجة في مخبار أكسجين ، ما الفرق بين هذه النتيجة والتي حصلت عليها من تجربة قطعة القطن ؟ وماذا تستنتج عن الأكسجين ؟

النيتروجين

النيتروجين ، الذى يكون $\frac{1}{3}$ حجم الهواء ، مهم أيضاً لكل الكائنات الحية . وهو غاز لا لون له ولا يتحد بسهولة مع المواد الأخرى . ومعظم الكائنات الحية تأخذ الأكسجين اللازم لها مباشرة من الهواء بعكس النيتروجين الذى يحصل عليه بطريقة غير مباشرة . فالنيتروجين الذى فى الهواء يجب أن يتحول أولاً إلى مركب كيموى يذوب فى الماء ويدخل التربة وهنا تمتصه جذور النباتات ويدخل فى أنسجة النبات . وبما أن الحيوان يأكل النباتات والإنسان بدوره يأكل لحماً الحيوانات كما يأكل النباتات ، وبهذه الطريقة يحصل جسم الإنسان على معظم النيتروجين الذى يحتاجه .

الأرجون والنيون



الأرجون غاز يشبه غاز النيتروجين فى أنه لا لون له وخامل جداً . وهو يكون أقل من واحد فى المائة من حجم الهواء . ونظراً لأنه لا يتحد مطلقاً مع المواد الأخرى فغالباً ما يستخدم فى ملء المصابيح الكهربائية ليقفل

من تبخر التنجستن المصنوع منه الفتيل . (شكل ١١) مقارنة بين النسبة المئوية ويحصل على الأرجون تجارياً من الهواء السائل ويستعمل لتلوين الإشارات الكهربائية . أما غاز النيون فهو أحد الغازات النادرة ويوجد فقط بكميات ضئيلة جداً فى الهواء ويستخدم أيضاً فى تلوين الإشارات الكهربائية .

ثاني أكسيد الكربون

يوجد ثاني أكسيد الكربون بكميات ضئيلة جداً فى الهواء . وتحت الظروف العادية ، يوجد فقط ٣ أو ٤ جالونات من ثاني أكسيد الكربون فى كل ١٠٠٠٠ جالون من الهواء . وينطلق هذا الغاز فى عملية الزفير لكل الكائنات الحية كما ينطلق فى الهواء الجوى إذا حرق الفحم والكوك والزيت

أو الخشب . ومع هذا فإن الهواء لا يمتلىء بغاز ثنائي أكسيد الكربون لأنه في الوقت نفسه الذى ينطلق فيه هذا الغاز فى الهواء ، تمتصه جميع النباتات الخضراء التى تكون المواد الغذائية منه ومن ماء التربة باستخدام طاقة الشمس . وثانى أكسيد الكربون أكبر كثافة من الهواء ولا يحترق ونظراً لهاتين الصفتين فإنه كثيراً ما يستخدم فى مطفئات الحريق . ويعرف ثنائي أكسيد الكربون فى صورته الصلبة باسم « الثلج الجاف » الذى يمكن استخدامه فى حفظ المثلجات باردة .

بخار الماء فى الهواء

يوجد بخار الماء دائماً فى الهواء ، لأن الماء يتبخر من المحيطات والبحيرات والأنهار والأجسام المائية الأخرى ولأن الكائنات الحية تطلقه فى عملية الزفير . وتختلف كمية بخار الماء من يوم لآخر . وسندرس بالتفصيل فى فصل آخر الدور الذى يقوم به الماء فى الهواء .

الهواء النقي والصحة

الهواء النقي أساسى للصحة ويصير الهواء غير نقي للتنفس إذا وجدت فيه ذرات غبار أو كائنات نباتية دقيقة يسبب بعضها الأمراض ، أو غازات خطيرة . ومع أننا لا نستطيع إزالة هذه الشوائب من الهواء بأنفسنا إلا أن هناك عدة طرق لحفظ الهواء نقياً قدر المستطاع .

ولبعض مدننا الكبيرة الآن قوانين تنظيم أنواع الوقود الذى يمكن حرقه والدخان والغازات غير الضارة التى تخرج للهواء بسبب الصناعات . وقد حدثت أنه تفشت أمراض تنفسية فى إحدى مدن بنسلفانيا الصناعية وكان من نتائجها عدة حالات وفاة وظن أن سببها هو الغازات المتصاعدة من الآلات الصناعية . فإذا كان لمدينتك قانون خاص بالغازات والأبخرة المتصاعدة فى الهواء فتعلمه وألم به جيداً .

وتعتبر السيارات مصدر مشكلة خطيرة تتعلق بالهواء غير النقي ، فالجازولين يحتوى على كربون ، وعند احتراقه مع كميات كافية من الهواء

ينتج ثانى أكسيد الكربون غير الضار بالصحة . أما إذا احترق في آلة السيارة ، حيث الهواء قليل ، فيتكون غاز أول أكسيد الكربون السام . فيتصاعد هذا الغاز في الهواء من السيارات واللوريات في الشوارع الرئيسية وتنفسه ولو بكميات صغيرة يسبب الوفاة . وبذلك لا يصح قفل الجراج أثناء دوران موتور سيارة بداخله .

وبما أننا نقضى جزءاً كبيراً من يومنا داخل المنزل ، فيجب أن نتأكد جيداً أن حجرات العمل والنوم بها كميات مناسبة من الهواء النقي . وقد قدرت كمية الهواء النقي التي يحتاج إليها الشخص بحوالى ١٦٠٠ قدم مكعبة في الساعة . ونشعر بالضيق في حجرة رديئة التهوية لزيادة الرطوبة المتبخره من أجسامنا أكثر من نقص الأكسجين بها . وبذلك يجب علينا تهوية حجراتنا بحيث يخرج هواء الزفير منها ويحل محله هواء نقي باستمرار .

وهواء الزفير أدفأ وأقل كثافة من الهواء النقي ، وبذلك يزيح الهواء النقي البارد هواء الزفير إلى أعلى الحجرة . فإذا فتح شبك من أسفل ومن أعلى ، دخل الهواء النقي من الجزء السفلى وخرج الهواء الفاسد من الجزء العلوى . ويستحسن في حجرة النوم أن يفتح الجزء العلوى من شبك والجزء السفلى من شبك آخر حتى يتجدد الهواء . وحيث إن تيار الهواء خطر فيستحسن وضع حاجز بالقرب من الجزء السفلى للشباك ليوجه الهواء الداخلى للحجرة إلى أعلى . وسندرس تكييف الهواء في فصل تال .

اختبر معلوماتك

- ١ - ما هي الغازات الموجودة في الهواء ؟
- ٢ - ما أهمية كل من الغازات الآتية : الأكسجين ، النيتروجين ، ثانى أكسيد الكربون ، الأرجون ، والنيون ؟
- ٣ - ماذا يعكر نقاء هواء التنفس ؟
- ٤ - كيف نحصل أجسامنا على النيتروجين ؟
- ٥ - كيف يحضر الأكسجين ؟
- ٦ - كيف يجب تهوية حجرة ؟

المسألة الرابعة - لماذا تحترق الأشياء ؟

التأكسد البطيء والتأكسد السريع

لعلك رأيت حديداً صدئاً وناراً مشتعلة ، وربما شاهدت انفجار مادة كالحازولين . تحدث هذه الأشياء ، عندما يتحد الأكسجين بمادة أخرى . وقد علمت الآن أن هذه العملية تسمى أكسدة ، وتحدث الأكسدة بسرعات مختلفة ، فعندما يصدأ الحديد تكون الأكسدة بطيئة ولكن عند اشتعال نار تكون الأكسدة سريعة ، وعندما ينفجر الحازولين تكون الأكسدة لحظية أى سريعة جداً . وربما يكون المثال المألوف للأكسدة هو احتراق الوقود مثل الخشب أو الفحم .

تجربة ١٤

لماذا تتأكسد بعض المواد ببطء وتحترق الأخرى بسرعة ؟

(أ) جهز قارورة أو دورقاً زجاجياً بسدادة من المطاط بها فتحة واحدة تنفذ منها أنبوبة زجاجية ، طولها حوالى ١٥ بوصة ، نظف جيداً جانباً من صوف الصلب بغسلها فى حامض الكلوردريك المخفف أو الخل ثم بللها بالماء . وكذلك بلل الجدار الداخلى للقارورة وفرغها من الماء ثم أدخل صوف الصلب فى الدورق واقبله منكساً طرف الأنبوبة فى حوض به ماء . هل يتغير مظهر صوف الصلب ؟ هل يفقد شئ من هذا الدورق ؟ هل تتغير درجة حرارة الدورق ؟ هل تستطيع تفسير هذه التغيرات ؟

(ب) أحضر علبة صفيح غطاؤها محكم مثل علبة الطلاء واقب فتحة فى وسط غطاها ، قطرها حوالى ربع بوصة ، ثم اثقب فتحة أخرى بالقرب من قاع العلبة قطرها حوالى نصف بوصة ، واقفل العلبة بالغطاء ، واملأها بالغاز مستخدماً أنبوبة توصيل تصل صنبور الغاز بالفتحة الكبيرة قرب القاع . أمرر الغاز إلى أن يخرج من الفتحة الصغيرة فى غطاء العلبة ثم اقفل الغاز وانزع أنبوبة التوصيل وأبعد العلبة ثم أشعل الغاز من الفتحة العليا فى الغطاء . ابتعد بضع ياردات إلى الوراء وشاهد اللهب وانتظر حتى تتمد النار ولا تستطيع

رؤيتها ، فى هذه اللحظة ستحصل على انفجار شديد . هل يمكنك إبداء تفسير معقول لما حدث ؟ وما هى نسبة كمية الهواء إلى كمية الغاز فى العلبة فى لحظة الانفجار ؟

توضح هذه التجربة أنه يفقد شيء من الهواء المحيط بصوف الصلب عندما يتأكسد ببطء أو عندما يصدأ الحديد . وقد ظهر هذا عندما ارتفع الماء فى الأنبوبة ليحل محل المادة التى انتزعت من الهواء . وقد رأيت إذا نجح الجزء الثانى من تجربتك أنه إذا خلطت كمية صغيرة من الغاز مع كمية كبيرة من الهواء يتكون مخلوط منفجر .

شروط الاحتراق

ما هى الشروط اللازمة للاحتراق ؟ ربما لاحظت أن الرمل والاسبستوس لا يشتعلان ، وأن الخشب الرقيق والورق يشتعلان أسرع من الفحم ، وأن اشتعال أوراق الشجر الجافة تحمد إذا كوم فوقها أوراق رطبة ، ولكن تشتعل مرة أخرى إذا مرت نسمة من الهواء فوقها . هل يمكنك اقتراح الشروط اللازمة للاشتعال ؟

أنت تعرف أن الأكسجين هو أحد الغازات المكونة للهواء . والأكسجين أحد ثلاثة عوامل أساسية للاشتعال . فتعتمد نار الأوراق الجافة إذا كوم فوقها أوراق رطبة لأن هذه الأوراق تمنع عنها الهواء الذى يمد عملية الاحتراق بالأكسجين . وباتحاد الأكسجين مع الطعام الذى تأكله ، تتولد الطاقة اللازمة لنشاطنا الحيوى . وحينما يمرض شخص بمرض فى رئتيه ولا يمكنه تنفس كمية الأكسجين اللازمة له ، يوضع فى خيمة أكسجين بها كمية من الأكسجين أكثر من نسبته فى الهواء العادى .

لا تحترق الصخور أو الرمل أو الزجاج أو المواد المعدنية مثل الاسبستوس لأنها انحدت تماماً بأكبر كمية ممكنة من الأكسجين . يمكن سحب الزجاج إلى خيوط رفيعة ، وبذلك تكون الستائر المصنوعة منها غير قابلة للحرق . يحترق الخشب والورق وزيت الوقود والجازولين والغاز والفحم لأنها قابلة للاتحاد

مع الأكسجين . والعامل الثاني بعد ذلك للاشتعال هو المادة السهلة الاشتعال ،
وهى المادة التى يمكن اتحادها بالأكسجين .

ربما تعرف أنه فى إشعال نار ، يستخدم فيها ورق أولاً ثم قطع خشبية
صغيرة أو مادة ماثلة وبعد اشتعال النار فيها يمكن وضع قطع الخشب الكبيرة
وأخيراً يمكن إضافة الفحم . كل من هذه المواد تشتعل فى درجات حرارة
مختلفة وتسمى أقل درجة حرارة تشتعل عندها المادة وتستمر فى الاحتراق
بدرجة الاشتعال . فدرجة اشتعال الورق أقل من درجة اشتعال الخشب
أو الفحم . يوجد فى طرف عود الكبريت الذى نستخدمه فى إشعال النار ،
مواد كيميائية تشتعل من حرارة احتكاك العود بسطح خشن ولها درجة
اشتعال منخفضة أقل من درجة اشتعال الورق أو الخشب الرقيق وبذلك يكون
العامل الثالث اللازم للاشتعال هو أنه يجب رفع درجة حرارة المادة إلى درجة
حرارة اشتعالها .

وتتلخص العوامل الثلاثة الرئيسية للاشتعال فى : (١) وجود الأكسجين
(٢) مادة قابلة للاشتعال (٣) رفع درجة حرارة المادة إلى درجة اشتعالها .

نتائج الاحتراق

ما هى نتائج الاحتراق ؟ لقد رأيت أنه عندما يصدأ الحديد ، يتحد
مع أكسجين الهواء ليكون مركباً كيميائياً يسمى أكسيد الحديد . وتعرف الآن
أن صدأ الحديد عملية تأكسد بطيئة وأن كل احتراق ما هو إلا اتحاد المادة
بالأكسجين . دعنا نرى ماذا يحدث عندما تحترق مواد أخرى .

تجربة ١٥

ما ناتج احتراق شمعة ؟

أحضر زجاجة لبن أو برطمان مربى مثلاً وقطعة سلك طولها حوالى
قدم وشمعة . الشمعة مكونة من مواد كيميائية تحتوى على كل من الكربون
والإيدروجين . لف السلك حول طرف الشمعة حتى يمكن إنزالها داخل

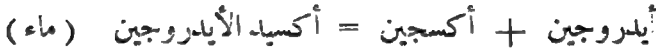
الوعاء الزجاجي . حضر قليلا من ماء الجير وذلك بتقليب قليل من الجير في كأس بها ماء ثم اتركها لمدة ليلة أو حتى يترسب الجير ويصبح الماء فوقه رائقاً . وخذ باحتراس ماء الجير بدون أخذ أى جزء من الراسب ككاشف للتجربة .

أشعل الشمعة وأنزلها في الوعاء ولاحظ ما يحدث لها بعد احتراقها لبرهة قصيرة . أخرج الشمعة وصب حوالى ملعقة مملوءة بماء الجير في الوعاء ولاحظ ماذا يحدث له . فاذا تعكر ماء الجير يكون ذلك اختباراً أو إثباتاً لوجود غاز يسمى ثانى أكسيد الكربون . كيف يمكنك التحكم في هذه التجربة لتتأكد من أن مصدر ثانى أكسيد الكربون هو من احتراق الشمعة ؟ أشعل الشمعة مرة أخرى وقرب لها من زجاجة باردة أو سبورة . ماذا يحدث ؟ وما رأيك فيما يحدث ؟ إذا كان رأيك هو تكوّن ماء فأنت على صواب . ماذا يصل إليه استنتاجك على سؤال هذه التجربة ؟

ثانى أكسيد الكربون مركب كيميائي يتكون عندما يتحد الكربون كيميائياً مع الأكسجين ويمكن تمثيل ذلك بالمعادلة :



والماء مركب كيميائي يتكون عندما يتحد الأيدروجين كيميائياً مع الأكسجين :



هل كل المواد المحتوية على أيدروجين وكربون تكون ثانى أكسيد كربون وماء عندما تحترق ؟ كثير من المواد التي نستخدمها للوقود مثل الورق والخشب والزيت والغاز والجازولين والكبروسين تحتوي على أيدروجين وكربون وكذلك أيضاً معظم أطعمتنا مثل السكر والبطاطس والقمح والبقول والخبز وغيرها تحتوي على كربون وأيدروجين وتتأكسد هذه الأطعمة ببطء في أجسامنا وتعطينا الدفء والطاقة التي نستغلها في حياتنا اليومية . فهل تعتقد أنها تنتج ثانى أكسيد كربون وبخار ماء كنتائج لاحتراقها ؟

تجربة ١٦

هل تنتج بعض الأطعمة والوقود ، ثاني أكسيد الكربون وبخار ماء ، نتيجة لتأكسدها ؟

أحرق بعض الورق في كأس واختبر الهواء بداخلها بوساطة ماء الجير . لف ورقة على هيئة شعلة ثم أشعلها . قرب اللهب من سبورة باردة أو كأس زجاجية . أشعل شظية خشب وقرب لها من سبورة أو كأس زجاجية . دع زفيرك ينفذ في ماء الجير الصافي خلال أنبوبة . انفخ زفيرك على سبورة أو كأس زجاجية . ما هي النتيجة التي تستخلصها من الإجابة على سؤال هذه التجربة ؟ وكيف تجعلها تجربة يمكن التحكم فيها ؟

دعنا نلخص ماذا علمت عن التأكسد . فالتأكسد هو اتحاد الأكسجين مع المادة وينتج من ذلك مركب كيميوى يعرف باسم الأكسيد . وحينما يتأكسد الكربون يتكون ثاني أكسيد الكربون ، وحينما يتأكسد الحديد يتكون أكسيد الحديد (الصدأ) وحينما يتأكسد الأيدروجين فيتكون أكسيد الأيدروجين (الماء) . وبذلك فان أكسيد الحديد وثاني أكسيد الكربون والماء هي النتائج الكيميائية للتأكسد . وهناك دائماً ناتج آخر لعملية التأكسد ، وهو انطلاق طاقة حرارية أو ضوئية .

التحكم فى التأكسد

كيف نتحكم فى التأكسد ؟ تتلف كل عام أشياء تقدر قيمتها بملايين الدولارات بالتأكسد ؛ إذ أن كل الأشياء المصنوعة من الحديد والصلب تصدأ بالتأكسد البطيء ما لم تظل لكى لا تكون معرضة لأكسجين الهواء . وكذلك تدمر النيران والانفجارات آلاف المنازل والأرواح سنوياً وبذلك يجب أن يعرف كل شخص طرق التحكم فى التأكسد .

لنتذكر ثانياً الشروط الأساسية للاشتعال وهى : (١) مادة ممكن اشتعالها (٢) وجود الأكسجين (٣) رفع درجة حرارة المادة إلى درجة حرارة اشتعالها . فهذه العوامل الثلاثة هى التى تعطينا مفتاح التحكم فى الاشتعال ؛ فثلاً يجب أن نحافظ على المواد الممكن اشتعالها فى الأماكن المعرضة لشبوب

الزيران فيها ، وذلك بتغطيتها بالاسبستوس أو الحجارة أو الأسمنت أو بأية مادة أخرى غير قابلة للاشتعال . وإذا شبت نار فهناك طريقتان لإخمادها : إما بمنع الأكسجين أو بتبريد المادة المشتعلة إلى درجة حرارة أقل من درجة اشتعالها .

هناك طرق عديدة لتبريد مادة مشتعلة لدرجة أقل من درجة اشتعالها ، فمثلاً يصب ماء على النار لأنه يغطي النار ويمنع عنها أكسجين الهواء .

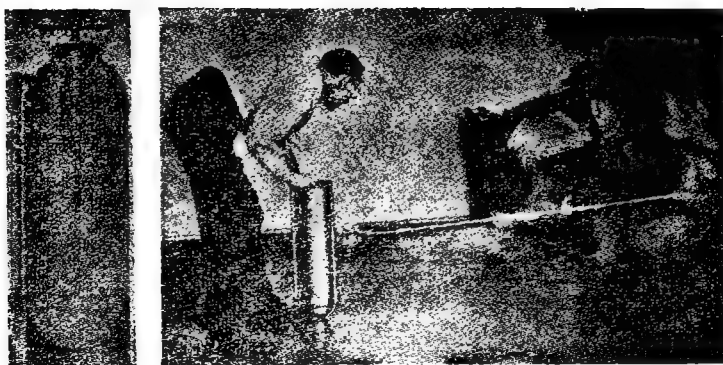
كذلك يمكن استخدام ثاني أكسيد الكربون لتبريد مادة تحت درجة اشتعالها ولذلك فهو يستخدم في مضخات الإطفاء . فلإطفاء حريق يسمح للغاز بالخروج وبذلك يتمدد ، وإذا تمدد غاز انخفضت درجة حرارته ، وبذلك تنخفض درجة حرارة ثاني أكسيد الكربون بسرعة حتى إنه يتحول إلى جسم صلب أبيض بارد جداً يسمى جليد ثاني أكسيد الكربون أو الثلج الجاف . وثاني أكسيد الكربون الصلب بارد جداً حتى إنه يبرد بسرعة درجة حرارة الجسم المشتعل تحت درجة حرارة اشتعاله وبذلك يساعد على إطفاء النار . وعندما يوضع ثاني أكسيد الكربون الصلب في النار يتحول ثانياً إلى غاز وبما أنه أكبر كثافة من الهواء فانه يغطي النار ويساعد في منع الأكسجين عنها . ربما ترغب في تحضير قليل من ثاني أكسيد الكربون وإجراء تجارب عليه .

تجربة ١٧

كيف يحضر ثاني اكسيد الكربون ؟ وما هي خواصه ؟

ضع ملء ملعقتين من مسحوق بيكربونات الصوديوم في قاع زجاجة لبن أو دورق وأضف إليه قليلاً من حامض الكلورديريك أو الخل أو عصير الليمون . وعندما تختفي الفقاعات ، اغمس قضيباً زجاجياً في ماء الجير الرائق ثم علقه في الدورق واختبر نقطة ماء الجير . هل اختبرت وجود ثاني أكسيد الكربون ؟ والآن ، ضع سريعاً قطعة مشتعلة من الفحم في الدورق . كرر التجربة مستخدماً شمعة مشتعلة . هل يطفئ ثاني أكسيد الكربون الاشتعال ؟

هل هناك أى داليل من هذه التجربة على أن ثانى أكسيد الكربون أكبر كثافة من الهواء ؟



(شكل ١٢) مطفئة حريق من نوع الصودا - الحامضية والطريقة الصحيحة لاستعمالها

ربما قد رأيت مطفئة الحريق في بناء مدرستك ، أو في أى مكان آخر ، كالمدينة في شكل (١٢) من نوع الصودا - الحامضية . وزيادة في الاطمئنان يجب أن تعرف تركيب هذه المطفئة وطريقة استخدامها .

فيملأ خزائنها بمحلول بيكربونات الصوديوم في الماء وتحتوى الزجاجاة الصغيرة بالقرب من القمة على حامض أو أى مركب كيميوى آخر يتفاعل كيميائياً مع محلول الصودا وينتج ثانى أكسيد الكربون . وعندما تقلب المطفئة ، تتفاعل المواد الكيميائية منتجة ماء وغاز ثانى أكسيد الكربون الذى يسبب ضغطاً داخل الخزان وبذلك يضغط على الغاز والماء فيخرجان من فوهة الخرطوم وبذلك يمكن توجيهها نحو النار التى تنطفئ بتأثير برودة الماء وثانى أكسيد الكربون وبخار الماء الذى يمنع إمداد الأكسجين .

ولاستخدام مثل هذه المطفئة ، ارفعها من حاملها على الحائط وضعها رأسية على الأرض وحاول أن تجده شخصاً يساعدك في رفعها لأن خزائنها ثقيل . أمسك الخرطوم وصوبه نحو أسفل النيران ثم اقلبها ودعها تستقر على الطرف الآخر .

ويجب أن تمتد كل المنازل والمدارس والمباني الهامة بمثل هذا النوع من المطفئات ، ويجب على كل شخص أن يتعلم طريقة استخدامها قبل أن تشب النار . فإذا شب حريق في منزلك أو في مدرستك ولم يكن هناك مطفئة حريق في متناول يدك فاقدف النار بكميات من الماء أو الرمل . أما إذا شبت النار في ملابس شخص فدحرجه على الأرض أو لئه ببطانية ليقف وصول الأكسجين للنار .

لقد لاحظت أنه عندما تتحد المواد كيميائياً مع الأكسجين لتتحرق ، تنطلق طاقة حرارية . وانطلاق مثل هذه الطاقة الحرارية يحدث أيضاً حتى إذا كان التأكسد بطيئاً ؛ فمثلاً أكسدة الطعام ببطء في أجسامنا يمد الجسم بحرارته وكذلك عملية صدأ الحديد تكون مصحوبة بكمية من الحرارة .

يحدث الحريق أحياناً من عملية التأكسد البطيء ونظن أنها شبت بدون سبب ملحوظ . ويقال إن سبب هذه الحرائق هو الاشتعال اللحظي ؛ فعندما يمزج الطلاء بالزيت ويعرض للهواء فيقال إن الطلاء جف ، والذي يحدث هو أن الزيت يتفاعل مع الأكسجين مكوناً مركباً جافاً . وفي عملية التأكسد البطيء هذه تنطلق طاقة حرارية . وحينما يطلى بناء تنطلق هذه الطاقة الحرارية إلى الجو . أما إذا تكومت قطع من الخرق مبتلة بالزيت ، فإن الزيت يتفاعل مع الأكسجين وتنطلق كمية من الحرارة التي تمتصها الخرق وتمنعها من الانطلاق . فإذا تزايدت هذه الطاقة الحرارية ، ترتفع درجة حرارة الكوم الخرق إلى أن يصل إلى درجة حرارة اشتعال الزيت وعندئذ ينفجر الكوم مشتعلاً « اشتعالاً لحظياً » ويسبب ناراً هائلة .

ولتجنب الأخطار ، يجب التخلص بسرعة من الخرق المبتلة بالطلاء والزيت وذلك بمجرد عدم الحاجة إليها أو يجب حفظها في صندوق معدني له غطاء وينبغي ألا تكوم هذه الخرق المبتلة بالزيت .

اختبر معلوماتك

١ - ماذا يقصد بكل من التعبيرات الآتية : الاحتراق ، أكسيد ، مركب ، درجة الاشتعال ، تغير كيموي ، أكسدة ؟

- ٢ - لماذا لا يحترق ثاني أكسيد الكربون والرمل والماء والاسبستوس بينما يحترق الخشب والورق والفحم والزيت والغاز ؟
- ٣ - رتب المواد الآتية على حسب درجة اشتعالها مبتدئاً من أقلها :
خشب رقيق ، ورق ، كيروسين ، زيت ، قطع خشبية كبيرة ، فحم .
- ٤ - اشرح العوامل الأساسية للاشتعال .
- ٥ - كيف يمكن التحكم في العوامل المشروحة في سؤال ٤ ؟
- ٦ - اشرح طريقة عمل مطفئة الحريق الصودا الحامضية .

المسألة الخامسة - كيف يخدمنا الهواء ؟

الهواء أساسى للحياة نفسها وكذلك مفيد لنا من عدة وجوه . فنحن نركب على وسادة من الهواء داخل إطارات في عجلات الدراجات والسيارات . وتستخدم الفراميل الهوائية لتأمين سير « الأوتوبيسات » واللوريات والقطارات والسيارات . كما يستخدم الهواء المضغوط في تشغيل الثقافات والمطارق المستخدمة في بناء العمارات الكبيرة و « الكبارى » والأنفاق والخزانات . كما يستخدم في المحلات التجارية الكبيرة وغيرها في نقل النقود من البائع إلى الصراف خلال أنابيب . وكذلك تستخدم المضخات لرفع المياه من الآبار في الأراضي الزراعية . وفي الحقيقة الهواء مهم جداً في حياتنا اليومية حتى إنه يجب على كل إنسان أن يعرف أكثر عن الطرق التي بوساطتها نتحكم فيه .

عملية التنفس

يعتمد التنفس على ضغط الهواء . فرئنا عبارة عن كبسين كبيرين يشغلان جزءاً كبيراً من التجويف الصدرى . ويوجد داخلهما شعيرات كثيرة متفرعة من أنابيب أكبر وينتهى طرف كل أنبوبة صغيرة بحويصلة هوائية صغيرة . وتتجمع كل هذه الأنابيب الصغيرة مكونة أنابيب هوائية تتصل بالأنف والحلق بوساطة القصبة الهوائية .

وينفصل تجويف الصدر عن الجزء السفلى للجسم بوساطة حاجز عضلى يسمى بالحجاب الحاجز . وفي حالة الزفير تنخفض عظام الصدر ويتقوس الحجاب الحاجز إلى أعلى في تجويف الصدر الذى يقل حجمه وبذلك يزداد

ضغط الهواء في التجويف الصدري ويدفع الهواء خارج الرئتين . بينما ترتفع
عظام الصدر في حالة الشيق ويمتد الحجاب

الحاجز وبذلك يزداد حجم التجويف الصدري

ويقل ضغط الهواء بالداخل ، ولأكبر ضغط

الهواء خارج الجسم ، فيدفع الهواء داخل

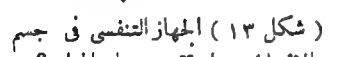
الرئتين . وتستمر هذه العملية أوتوماتيكياً ثمانى

عشرة مرة تقريباً في الدقيقة . ويخرج فقط

حوالى سبع الهواء داخل الرئتين ، فى عملية

الزفير العادية وبذلك يترك هواء كثير في الرئتين

يمكن طرده بالتنفس العميق . وعلى ذلك فالتنفس



المصنحات

تستخدم المضخات ضغط الهواء . في الأماكن الزراعية تستخدم

المضخات لرفع الماء من الآبار . وفي مدن كثيرة ينظم ضغط الماء بواسطة

قوى المضخات. كما تستخدم المضخات في الصناعات المدفع السوائل في أنابيب،

كما تجهزها آلات إطفاء الحريق لدفع الماء من الحراطين على النار. كذلك تستخدم

مضخات الهواء ملء إطارات السيارات وكرات القدم وكرات السلة بالهواء .

وتتركب مضخة الهواء البسيطة أو مضخة العجلة

من مكبس يتحرك إلى أعلى وإلى أسفل في اسطوانة

(أنظر شكل ١٤) ويتركب المكبس من قرص

دائری من المعدن ملتصق بجلا مرن أكبر قليلا من قطر

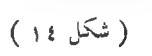
الاسطوانة . فاذا تحرك المكبس إلى أعلى نفذ الهواء من

حولہ إلى الجزء السفلى للاستطوانة وحينما يدفع المكبس

إلى أسفل ، يضغط الجلد المرن بإحكام على الهواء

بين جدران الأسطوانة ويدفعه إلى الخارج في الإطار

خلال أنبوبة توصيل من المطاط .



ادرس مقطع مضخة العجلة
الهوائية المبينة و اشرح
طريقة عملها .

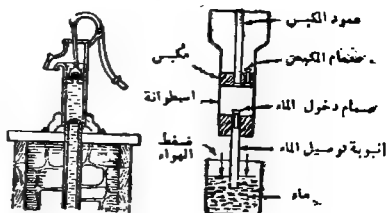
وتستخدم المضخة الرافعة الشائعة الاستعمال فى منازل القرى فى رفع الماء من الآبار الضحلة وستبين التجربة تركيب المضخة الرافعة وطريقة عملها .

تجربة ١٨

كيف تعمل المضخة الرافعة ؟

افصل الجزء السفلى من مضخة رافعة عن جزئها العلوى الذى يمكن نزرعه بفك المسامير التى تربطه . واختبر الصمام السفلى والصمام الذى فى المكبس . ركب المضخة ثانياً وادرس طريقة عملها أثناء رفع ماء بها .

ادرس عمل الصمامات إذا كان هناك نموذج زجاجى للمضخة رافعة ويمكن تركيب نموذج زجاجى للمضخة الرافعة كما هو مبين بالشكل . فالاسطوانة أنبوبة معتدلة والمكبس قرص من المطاط به فتحتان . هناك أنبوبة قصيرة من النحاس الأصفر بها صمام من الجلد يغطى احدى الفتحتين والقاعدة التى فيها الصمام السفلى مكونة من قرص من المطاط به ثقب واحد بداخله صمام من الجلد . ويثبت عمود المكبس ، المصنوع من الخشب أو النحاس الأصفر ، فى الثقب الآخر بقرص المكبس .

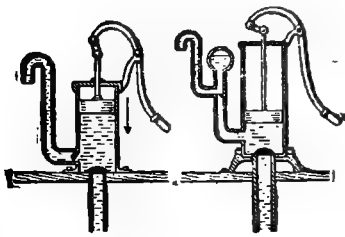


كيف يعمل صمام المكبس فى كل دفعة علوية أو سفلية للمكبس ؟ وكيف يعمل صمام القاعدة فى كل دفعة ؟ ماذا يدفع الماء إلى أعلى داخل المضخة ؟ هل تقترح تجربة لإثبات ذلك ؟

تأمل تجربتك على أن هناك صمامين فى المضخة الرافعة وينفتح كل منهما إلى أعلى . وأحدهما فى المكبس والآخر فى قاعدة المضخة كما هو مبين بشكل (١٥) . وحينما يرتفع المكبس إلى أعلى ، ينخفض الضغط داخل الاسطوانة ، تحت المكبس ، عن ضغط الهواء ، وبذلك يدفع الماء داخل الاسطوانة من البئر خلال صمام القاعدة . وحينما يتحرك المكبس إلى أسفل ، يقفل الضغط صمام القاعدة ويفتح صمام المكبس سائحاً للماء بالمرور منه إلى أعلى المكبس

وحينما يدفع المكبس مرة أخرى إلى أعلى يرفع الماء فوق المكبس خارج المضخة ويدفع ضغط الهواء كمية أخرى من الماء داخل الاسطوانة .

وتختلف المضخة الكابسة في أبسط أشكالها عن المضخة الرافعة في أن صمامها ليس في المكبس ولكن في الأنبوبة الجانبية التي يخرج منها الماء . وعند رفع المكبس إلى أعلى يعمل ضغط الهواء على دفع الماء داخل أسطوانة المضخة خلال صمام القاعدة . وعند خفض المكبس ، يدفع المكبس الماء خارج المضخة خلال صمام الأنبوبة الجانبية . وعيب هذه المضخة الكابسة البسيطة هو أنها تخرج الماء فقط في حالة دفع المكبس إلى أسفل .



وتعطى المضخة ذات القبة الهوائية انظر شكل (١٦) تياراً منتظماً من الماء .

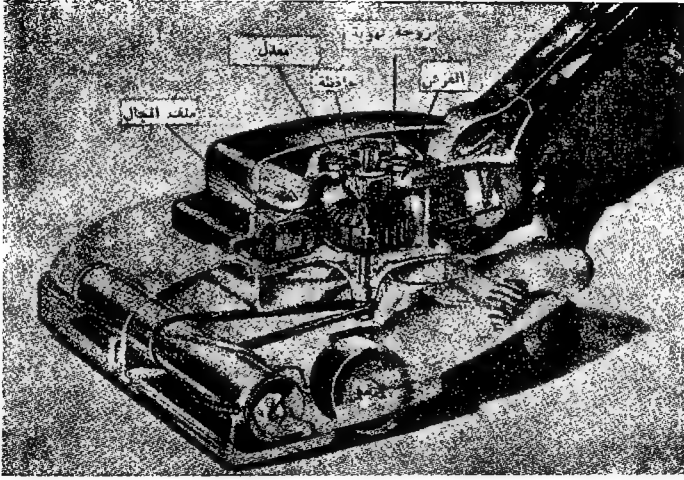
ففي دفع المكبس إلى أعلى يدفع الماء من صمام القاعدة إلى أنبوبة المضخة . وفي خفض

المكبس يندفع الماء خلال الصمام إلى القبة الهوائية ويندفع الماء خلال الصمام إلى القبة الهوائية والأنبوبة الجانبية . فاذا رفع المكبس ثانياً يتمدد الهواء في القبة الهوائية ويخرج تياراً منتظماً من الماء إلى الخارج .

وتستخدم المضخات الرافعة في الآبار التي يقل عمقها عن ٢٥ قدماً فقط لأنه يمكنها تقليل الضغط إلى قيمة مناسبة تسمح لضغط الهواء الخارجي بدفع الماء إلى هذا الارتفاع . أما المضخات الكابسة فتستخدم لدفع الماء إلى ارتفاعات أكبر ، كارتفاع الدور الثاني في المنازل .

المكنسة الكهربائية (النظم بالتفريغ)

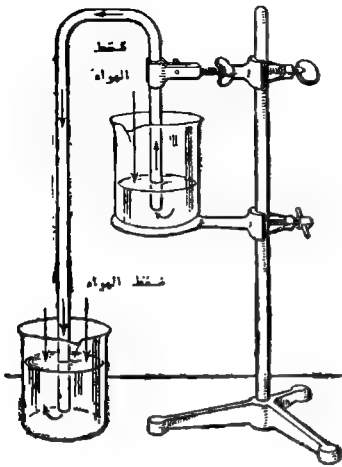
المكنسة الكهربائية ما هي إلا مضخة تدار بواسطة موتور كهربى فاذا جزأتها فسترى المضخة ومبين أجزائها بشكل (١٧) . فاذا ما مرّ تيار كهربى ، دفعت المضخة الهواء في مستقبل الأتربة . وهذا يقلل الضغط ويحدث تفريغ جزئى في الفتحة أمام المروحة . وبذلك يدفع ضغط الهواء الخارجى الكبير الأتربة إلى مستقبل الأتربة خلال الفتحة أعلى المروحة .



(شكل ١٧) تحتوي المكنسة الكهربائية على مضخة ماصة

السيفون

يستخدم السيفون لنقل الماء أو أى سائل آخر من وعاء إلى آخر أقل انخفاضاً . ويتركب من أنبوبة ملتوية مملوءة بالماء ينغمر طرفاها في وعاءين



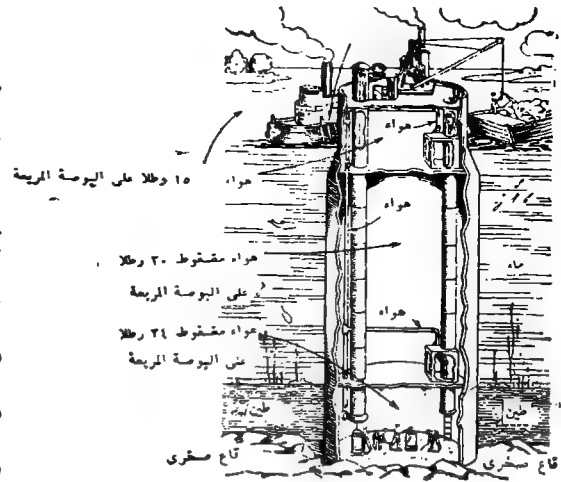
(شكل ١٨)

بهما ماء في مستويين مختلفين ويسرى الماء من المستوى العالى إلى المستوى الأقل ارتفاعاً كما هو مبين بشكل (١٨) . يضغط الهواء بقوة ١٤٧٠ رطلاً على البوصة المربعة على سطح الماء في كلا الوعاءين ويحاول دفع الماء إلى أعلى في شعبي الأنبوبة . ويوجد في الشعبة القصيرة كمية من الماء أقل مما في الشعبة الطويلة تعاكس ضغط الهواء ، وبذلك يدفع الهواء الماء إلى أعلى في الشعبة القصيرة ذات المستوى العالى ثم إلى أسفل في الشعبة الطويلة لماذا يقل الضغط في شعبة السيفون الطويلة إلى المستوى الأقل ارتفاعاً .

الهواء المضغوط

يمكن الهواء المضغوط العمال من العمل تحت الماء . ففي بناء أساسات الجسور « الكبارى » والخزانات أو في بناء أنفاق تحت الأنهار يجب أن يعمل العمال تحت الماء حيث الضغط كبير جداً . ولمنع سحتهم تحت هذا الضغط يجب أن يشتغلوا في حجرة محكمة بها هواء مضغوط ، ضغطه يعادل ضغط الماء . وتبنى هذه الغرفة الكبيرة من الصلب وعلى أجزاء بها ضغوط مختلفة للهواء المضغوط . وضغط الهواء في الحجرة العلوية عادى (١٤ر٧ رطلا على البوصة المربعة) ويزداد في الحجرة التي تليها ويكون أكبر في أسفل حجرة حيث يعمل العمال . ويعتمد الضغط في الحجرتين السفليتين على عمق المكان الذي يشتغل فيه العمال من سطح الماء ويبلغ أحياناً ٦٠ رطلا على البوصة المربعة . ويملاً الرجال دلاء بالطين ترفع من حجرة خلال « أهوسة » هوائية .

ويمكن العمل تحت هذه الضغوط الكبيرة لمدة صغيرة فقط وتذيب سوائل الجسم أيضاً هواء أكثر تحت ضغط كبير . فإذا قل ضغط الهواء فجأة تتكون فقاعات هوائية في الدم مسببة مرضاً يعرف بالتقوس وينتشر هذا المرض بين



(شكل ١٩) يجب أن يشتغل العمال في حجرة بها هواء مضغوط العمال الذين يعملون تحت الماء وفي بعض الأحيان يكون هذا المرض مميتاً . وحينما يدخل أو يخرج العمال من هذه الغرفة المحكمة ، يجب أن ينتظروا بعض الوقت في كل غرفة حتى يزداد أو يقل الضغط على أجسامهم تدريجياً .

يستخدم ضغط الهواء في تشغيل بعض الأجهزة . فلا بد أن تكون

لاحظت سيارة مرفوعة على رافع تشحيم في محطة بنزين . ويعمل هذا الرافع بواسطة الهواء المضغوط ، إذ يدفع الهواء المضغوط في حوض به زيت فيضغط بدوره على مكبس متصل به أرضية مستوية تقف عليها السيارة فترتفع .

كذلك تعمل المطارق والثاقبات بالهواء المضغوط . ولعلك رأيت بعض الرجال يقطعون جزءاً من رصيف الشارع بالثاقبات الهوائية ذات الصوت المزعج . هذه الثاقبات والمطارق التي تعمل بالهواء المضغوط لها مكابس تدفع إلى الأمام وإلى الخلف بسرعة كبيرة بالهواء الذي يدخل مرة من جانب ومرة من الجانب الآخر .

وتستخدم الفرامل الهوائية أيضاً بالهواء المضغوط . تستخدم القطارات والأوتوبيسات والوريات والسيارات فرامل الهواء المضغوط في وقوفها . فعندما يفتح السائق صماماً ، فيدفع الهواء المضغوط في خزان ، مكبساً بقوة كبيرة تحرك الفرامل . وعندما يقفل الصمام يخرج الهواء المستعمل إلى الخارج بصوت مسموع ويزداد الضغط داخل الخزان بواسطة ضاغط هوائى .



ويستخدم الهواء المضغوط كمراسلة ،
 فى بعض أقسام المحلات التجارية الكبيرة ،
 توضع قسائم المبيعات والنقود في علبة
 أسطوانية من الجلد . تدخل في أنبوبة
 وترسل إلى الصراف الذى يردها من خلال
 أنبوبة أخرى . يفرغ الهواء أمام أحد
 (شكل ٢٠) أنبوبة هواء تحمل قسائم المبيعات
 والنقود من وإلى الصراف فى المحلات
 التجارية الكبيرة . توجد مضخة تخلخل
 الهواء الذى أمام الأسطوانة الجلدية .

طرف العلبة وفي نفس الوقت يضغط هواء من الناحية الأخرى للعلبة داخل الأنبوبة وتدخل العلبة الجلدية فيها بإحكام كما يدخل المكبس فى أسطوانته ، فتندفع العلبة إلى الأمام إلى الصراف إذا كان أمامها فراغ جزئى يضغط عليها من الخلف الهواء المضغوط . ثم ترسل ثانياً فى أنبوبة أخرى تعمل بنفس الطريقة . وفى بعض المدن يرسل البريد من مكتب البريد الرئيسى إلى

مكاتب البريد الفرعية في أنحاء المدينة المختلفة في أنابيب مشابهة حيث يوضع البريد في علب اسطوانية جلدية أكبر تشبه المستخدمة في المحلات التجارية .

الطاقة والهواء

للحواء علاقات هامة مع الطاقة . فاذا ضغط الهواء قربت جزيئاته بعضها من بعض وتنطلق طاقة حرارية . وحينما يتمدد الهواء تبتعد جزيئاته بعضها عن بعض وتمتص كمية من الحرارة . وبذلك يمكننا القول بأنه حينما يضغط الهواء ترتفع درجة حرارة الوسط المحيط به ، وانه حينما يتمدد تنخفض درجة حرارة الوسط المحيط به .

يمكن استخدام الهواء المضغوط لنقل الطاقة . فحينما يضغط الهواء ، يمكن نقله لمسافات كبيرة خلال أنبوبة أو خرطوم ، وبذلك يمكن استخدامه في عمل شغل كملء إطارات سيارة وتشغيل مطرقة أو ثاقب وتشغيل فرامل قطار أو أوتوبيس .

ولعل أهم علاقة للهواء بالطاقة هي الدور الذي يقوم به الأكسجين في تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة حرارية أو ضوئية . وتعرف أن هذه هي عملية الأكسدة . فاذا تمت عملية التأكسد ببطء تنتج طاقة حرارية فقط . أما إذا أعطت عملية التأكسد كلتا الطائفتين الحرارية والضوئية فيقال إن الأكسدة سريعة وتسمى اشتعال . وإذا كان الاشتعال لحظياً فإنها تسمى انفجاراً .

ان الطاقة التي تحصل عليها من احتراق الوقود لندفء منازلنا ، وندير بها سياراتنا ونمد بها صناعاتنا وكذلك الطاقة التي في الطعام الذي نأكله ويحفظنا أحياء ، كلها تأتي أصلاً من مصدر واحد وهو الشمس . وهناك عدة صور للطاقة مثل طاقة حرارية ، ضوئية ، ميكانيكية ، كيميائية وكهربائية ويمكن الرجوع إلى أن أصل كل صورة للطاقة هو الشمس .

وستظهر لك بوضوح هذه العلاقات والتحويلات في شرح قصة الطاقة على صفحات هذا الكتاب . والطاقة هي الخيط الذي يربط كل فروع العلم بعضها ببعض .

اختبر معلوماتك

- ١ - كيف يساعد ضغط الهواء على التنفس ؟
- ٢ - ارسم مضخة رافعة على السبورة و اشرح كيف يستخدم ضغط الهواء في تشغيلها .
- ٣ - لماذا تختلف المضخة الكابسة البسيطة عن المضخة الرافعة ؟
- ٤ - كيف يصلح عيب المضخة الكابسة البسيطة باستخدام قبة هوائية ؟
- ٥ - اشرح طريقة عمل كل من نوعي المضخات الكابسة .
- ٦ - كيف يمكن الهواء المضغوط من العمل تحت الماء ؟
- ٧ - كيف يشغل الهواء المضغوط الطارقات والثاقبات ؟
- ٨ - ما هي طريقة عمل السيغون ؟

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الأولى

- طبقات الجو القريبة من الأرض هي التروبوسفير والستراتوسفير .
الهواء خليط من غازات عديمة اللون .
الهواء مادة حيث إنه يشغل حيزاً وله وزن .

المسألة الثانية

للحوائط ضغط .

- يمكن قياس ضغط الهواء ببارومتر زئبقي وبارومتر انرويد .
يسجل الباروجراف ضغط الهواء باستمرار .

الضغط الجوي عند سطح البحر هو ١٤٧٧ رطلاً على البوصة المربعة
وهو يساوي وزن عمود من الزئبق ارتفاعه ٣٠ بوصة أو ٧٦ سنتيمتراً .

المسألة الثالثة

يحتوي الهواء على ٧٨ في المائة من النيتروجين ، ٢١ في المائة من الأكسجين وحوالي ١ في المائة من غازات أخرى مثل ثاني أكسيد الكربون والأرجون والنيون والكريبتون والهيليوم والأمونيا .

الأكسجين أساسى لكل حياة . حينما تتحد مادة كيميائياً مع الأكسجين يقال إنها تأكسدت .

تنطلق طاقة عند تأكسد المواد . ففي التأكسد البطيء تنطلق طاقة حرارية فقط ، وإذا كان التأكسد سريعاً تنطلق طاقة حرارية وطاقة ضوئية ، وتسمى العملية اشتعالا .

التيروجين أساسى لكل الكائنات الحية .

تستخدم النباتات ثانى أكسيد الكربون الذى فى الجو فى عمل الغذاء . وكذلك يستخدم ثانى أكسيد الكربون فى إطفاء الحرائق .

المسألة الرابعة

العوامل الثلاثة الرئيسية للاشتعال هى : (١) مادة يمكن اشتعالها (٢) وجود الأكسجين (٣) رفع درجة حرارة المادة إلى درجة حرارة اشتعالها .

عندما تشتعل المواد المحتوية على كربون وأيدروجين يتكون ثانى أكسيد الكربون وبخار ماء .

يمكن التحكم فى التأكسد البطيء بقطع إمداد الأكسجين له كطلاء الحديد مثلاً . كما يمكن التحكم فى التأكسد السريع إما بقطع إمداد الأكسجين أو بخفض درجة حرارة المادة المشتعلة إلى درجة حرارة أقل من درجة حرارة اشتعالها .

المسألة الخامسة

يعتمد التنفس على ضغط الهواء .

تعمل المضخات والسيفونات والمكنسات الكهربائية بضغط الهواء .

أسئلة للمناقشة

- ١ - صف كل التغيرات التى تمر على بالون صاعد من الأرض فى الستراتوسفير .
- ٢ - فى بعض ألعاب التصويب ، تكون الأشياء المصوب بها على شكل كأس

- من المطاط . لماذا تلتصق بالهدف عندما تصيبه ؟ بماذا تعلق سبب هذا ؟
- ٣ - يوجد غالباً في أحذية الألعاب الرياضية المطاطية . ونعال الأحذية المطاطية ، تجاوبف . فلماذا تمنع الانزلاق ؟
- ٤ - غالباً ما يجد متسلقو الجبال وقائدو الطائرات صعوبة في التنفس على ارتفاعات كبيرة . فلماذا ؟
- ٥ - كيف تستخدم العوامل الثلاثة الأساسية للاشتعال في حالة اشتعال عود كبريت ؟
- ٦ - اذكر الطرق الممكنة التي تمنع التأكسد البطيء أو السريع .
- ٧ - وجد مزارع أن مضخته الرافعة لا تستطيع رفع الماء من بئر . ما هي الأسباب ؟

تمرين على حل المسائل

يجب أن يقدم خلال الأسئلة الناجح كل التعليقات الصحيحة الممكنة للشواهد التي يتأكد أنها متصلة بالسؤال . فإذا كانت الشواهد غير واضحة ولم تفسر بدقة فيكون الاستنتاج خطأ . ولتعلم تفسير الشواهد يجب التمرن في نواح عديدة منها :

- ١ - المقدرة على التمييز بين الأشياء المسببة وتأثير هذه المسببات .
- ٢ - المقدرة على تمييز الحقائق من الآراء المسلم بها والتي تسمى بالفروض .
- وقد أجرى جون تجربة علمية في المدرسة . إذ وضع قليلاً من الماء في علبة لها غطاء محكم . وسخن الماء إلى أن خرج البخار من الفوهة وقفل غطاء الفوهة بإحكام . ثم أزال اللهب وصب ماء بارداً على العلبة فتحطمت . فاستنتج جون من هذه التجربة أن للهواء ضغطاً كبيراً . وقبل أن يوافق على هذا الاستنتاج كان يجب عليه أن يميز بدقة بين الحقائق والفروض في التجربة .
- بعض هذه العبارات الآتية حقائق والبعض الآخر فروض . انقلها في ورقة منفصلة وضع حرف «ح» أمام ما تعتبره حقائق منها ، وضع حرف «ف» أمام ما تعتبره فروضاً منها .

- ١ - تحطمت العلبة .
- ٢ - تكثف البخار بداخل العلبة .
- ٣ - الضغط الجوى حطم العلبة .
- ٤ - كانت العلبة مملوءة بالبخار .
- ٥ - طرد البخار معظم الهواء من العلبة .
- ٦ - وضع ماء فى العلبة .
- ٧ - غلى الماء .
- ٨ - قل الضغط داخل العلبة .
- ٩ - تشغل السوائل حجوماً أقل من الغازات .
- ١٠ - عندما يغلى الماء يتحول إلى بخار .
- ١١ - كانت العلبة محكمة الغلق .
- ١٢ - تكون فراغ بداخل العلبة .
- ١٣ - يتكثف البخار عندما يبرد .
- ١٤ - يبدى البخار ضغطاً كضغط الهواء .
- ١٥ - كان الهواء موجوداً حول العلبة من الخارج .
- ١٦ - الضغط على العلبة من الخارج كان أكبر من الضغط داخلها .
- ١٧ - يمكن لضغط الهواء أن يكون كبيراً بدرجة تكفى لثنى المعدن .

٣ الصور المختلفة للماء

الماء أحد الأشياء الأساسية للكائنات الحية جميعاً ، فيستخدمه الإنسان في الشرب وتحضير الطعام وفي النظافة ، وهو ضرورى جداً لحياتنا .

كذلك يساعدنا الماء في القيام بعدة ألعاب رياضية مفيدة للصحة ؛ فنحن ننزلق على الجليد شتاء ، ونستمتع بالاستحمام والتجديف صيفاً .

ربما تكون قد قرأت كيف تحتفظ نباتات الصحراء وحيواناتها بالماء . هل تعرف كيف تحتفظ مدن كبيرة مثل نيويورك ولوس انجيلوس بالماء النقي للملايين من سكانها ؟

لقد مكنت المحيطات والبحيرات والأنهار على سطح الأرض من نقل الناس والأشياء على متن السفن من أماكن نائية .

يتغير شكل الماء إذا سخن إلى درجة حرارة معينة ويصير بخاراً . ويمدنا الماء في صورة بخار بالقوة التي تدير عجلات الصناعة . هذه الصناعات تنقى معظم المواد المستخرجة من الأرض . كذلك يدير البخار آلات القطارات والبواخر التي تنقل المنتجات إلى جميع أنحاء العالم .

وستجد في هذا الفصل الإجابة على بعض الأسئلة التي واجهتك والمتعلقة بالماء .

المسائل التي سوف نعالجها

- ١ - في أى الصور يوجد الماء ؟
- ٢ - ما هو تركيب الماء ؟
- ٣ - كيف نستفيد من الماء ؟
- ٤ - كيف يقسرب الماء في الهواء وكيف يخرج منه ؟

المسألة الأولى - في أى الصور يوجد الماء ؟

الماء مادة شائعة بيننا حتى إننا لا نفكر عادة في أهميتها لنا . يغطي الماء أكثر من ثلاثة أرباع سطح الأرض ، كما يوجد أيضاً تحت سطح الأرض ويستخرج أيضاً بمضخات من الآبار . كذلك يوجد في الجو على هيئة مطر ، جليد ، ضباب ، سحب أو برد .

صور الماء

يظهر الماء في ثلاث صور . فيظهر في الحالة السائلة وهي الأكثر شيوعاً ، وفي الحالة الصلبة على صورة جليد أو ثلج ، وفي الحالة الغازية على صورة بخار . وتعرف الحالات السائلة والصلبة والغازية بحالات المادة .

هل تعرف مجرد الفرق بين الثلج والماء والبخار ، أى الفرق بين الصلب والسائل والغاز ؟ أنت تعرف طبعاً من التجارب اليومية أنه يجب تبريد الماء إذا أريد تحويله إلى ثلج ، كما يجب تسخينه إذا أريد تحويله إلى بخار . أى إنه يجب خفض درجة حرارة سائل لتحويله إلى صلب كما يجب رفع درجة حرارة السائل لتحويله إلى غاز . بمعنى آخر أنه يجب أخذ كمية من الحرارة من مادة لتبريدها ، واعطائها كمية من الحرارة لتسخينها .

الغليان والتجميد

تسمى درجة الحرارة التي يتحول عندها السائل إلى صلب بدرجة التجمد . يتجمد الماء في 32° فهرنهايت . ويستخدم العلماء مقياساً حرارياً يسمى بالتدريج المئوى الذى صفه هو نقطة تجمد الماء .

وتسمى درجة الحرارة التي يتحول عندها السائل إلى غاز تحت الضغط الجوى المعتاد بدرجة الغليان . يغلى الماء عندما يصل درجة 212° فهرنهايت ويغلى الماء عند سطح البحر عند درجة 100° م على التدريج المئوى . وبعد قليل ستعرف أكثر عن هذين التدرجين .

لكل مادة متبلورة درجة غليان ودرجة تجمد وتسمى المادة سائلاً إذا كانت درجة تجمدها أقل من متوسط درجة الحرارة اليومية ودرجة غليانها

أعلى منها . فالزئبق مثلاً سائل لأمع في درجات الحرارة العادية ولكنه يتجمد إذا برد إلى $^{\circ}40$ تحت الصفر الفهرنهيّ وفعلاً يتحول الزئبق إلى حالته الصلبة وتكون صلابته كافية لإدخال مسبار في الخشب ، أما إذا سخنا الزئبق إلى $^{\circ}675$ فهرنهيّية فإنه يغلي ويتحول إلى بخار زئبق .

والمواد التي تعرف بالمواد الصلبة لها درجات تجمد أعلى أو في مدى تغير درجة حرارتنا العادية ، ودرجات غليانها أعلى بكثير من درجة حرارتنا العادية . فمثلاً الرصاص مادة صلبة في درجات الحرارة العادية ولكن ربما شاهدت السباك وهو يصهره إذ أن الرصاص ينصهر إذا رفعت درجة حرارته . وإذا سخن الرصاص السائل أكثر من ذلك فإنه يصل إلى درجة غليانه ويتحول إلى غاز . ينصهر الرصاص عند $^{\circ}621$ فهرنهيّية ويغلي عند $^{\circ}2948$ فهرنهيّية .

لنعتبر الآن المواد الغازية في درجة الحرارة العادية . فمثلاً ثاني أكسيد الكربون والأكسجين غازات لأن درجة غليانها أقل من درجة الحرارة العادية . وإذا برد ثاني أكسيد الكربون إلى $^{\circ}109$ تحت الصفر الفهرنهيّي فإنه يتحول إلى مادة صلبة تعرف بالثلج الجاف . وإذا برد الأكسجين إلى $^{\circ}297$ تحت الصفر الفهرنهيّي فإنه يتحول إلى سائل كما يتحول إلى مادة صلبة عند $^{\circ}360$ تحت الصفر الفهرنهيّي .

والغليان هو تبخر سريع . فإذا سخن سائل إلى درجة غليانه فإنه يتبخر أسرع من تبخره في درجات حرارة أقل . فمثلاً تجف الملابس بعد غسلها وتجف الطرقات بعد رشها بالماء صيفاً وهذا يثبت أن الماء يتبخر في جميع درجات الحرارة وعلى كل حال تتبخر السوائل التي تكون درجات غليانها منخفضة جداً أسرع من غيرها .

تجربة ١٩

أي السوائل المعروفة أسرع في التبخر ؟

ضع على لوح زجاجي نظيف قطرة من كل من الكحول والأثير والجازولين (البنزين) والماء والترينتين والزئبق . أي السوائل تختفي أولاً ؟

رتب السوائل على حسب اختفائها . هل يظهر أى سائل انه لا يتبخر ؟ كيف تعلق ذلك ؟

لقد رأيت أنه يمكن تحويل المواد الصلبة إلى سائلة والسائلة إلى غازية بالتسخين . كذلك عرفت أنه يمكن تحويل الغازات إلى سوائل ، والسوائل إلى مواد صلبة بالتبريد . والآن دعنا نرى السبب فى هذه التغيرات .

طبيعة المواد الصلبة والسائلة والغازية

عندما لا يستطيع العلماء تعليل بعض الظواهر فانهم يقترحون فروضاً لتفسيرها ، كما فعل دافيد وباستير فى حل مشاكلهم ، وبعد اختبار فروضهم بتجارب عديدة ربما يجدوا أن تجاربهم تدعم أحد الفروض الذى يسمى حينئذ نظرية .

لقد اقترح العلماء فروضاً كثيرة للمواد التى درسوها . وتقول احدى هذه الآراء إن المواد الصلبة والسائلة والغازية تتركب من دقائق متناهية الصغر تسمى جزيئات . وتفسير تركيب المواد يسمى بنظرية الجزيئات .

والجزيئات صغيرة جداً لدرجة أن أقوى ميكروسكوب لا يمكنه توضيح جزيئات الماء . وقد قدر قطر جزيء الأكسجين بمقدار $\frac{1}{20000000000}$ من البوصة فقط . ولهذا لا يمكننا أن نتخيل مثل هذا الجسم الصغير .

وطبيعى ألا تكون جزيئات كل المواد لها نفس الحجم . ويعتقد مثلاً أن بعض الجزيئات فى الأنسجة الحية قدر جزيء غاز الأيدروجين 33000 مرة فى الكبر .

وقد قدر أنه إذا تحولت الجزيئات فى بوصة مكعبة من الهواء إلى حبة رمل فيكون هناك رمل كافى لملء حفرة عرضها ميل وعمقها 3 أقدام تصل من نيويورك إلى سان فرانسيسكو عبر القارة . وإذا كان من الممكن عمل ثغرة فى مصباح كهربى عادى مفرغ من الهواء وسمح للهواء بالدخول فيه بمعدل مائة مليون جزيء فى الثانية للزم حوالى مائة مليون سنة لملئه بالهواء .

إذا كان من الممكن صبغ جميع الجزيئات فى زجاجة صغيرة مملوءة ماء

باللون الأحمر ، وسكبت في المحيط وامتزج هذا الماء بكل مياه محيطات الأرض
ثم غمرت الزجاجة في الماء في أى مكان لامتلأت بألف جزىء أحمر .



تساعدنا النظرية الجزيئية لفهم ترتيب

الجزيئات في أحوال المادة الثلاث : الغازية

والمائلة والصلبة . انظر شكل (٢١) (شكل ٢١) الجزيئات أقرب إلى بعضها
ولاحظ أن الدوائر التي تمثل الجزيئات في الأجسام الصلبة عنها في السوائل والغازات
بعيدة في حالة الغاز . أما في السائل فهي أقرب إلى بعضها البعض
وتكون أكثر قرباً في الأجسام الصلبة عنها في السائل والتجاذب بينها قوى جداً .
وتنكمش معظم المواد عندما تتحول من حالة السيولة إلى حالة الصلابة .
أما الماء فهو شاذ لهذه القاعدة حيث انه يتمدد عندما يتجمد .

التغيرات الطبيعية

لقد عرفت أن الغاز يمكن تحويله إلى سائل والسائل إلى جسم صلب .
والتركيب الكيموى للبخار هو نفسه للماء والتلج ، فقد تغيرت فقط المسافة
بين الجزيئات . ومثل هذه التغيرات التي فيها لا تتغير الجزيئات تسمى بالتغيرات
الطبيعية .

والتغيرات الطبيعية شائعة جداً . فالخشب يمكن تحويله إلى نشارة خشب
ولكن التركيب الكيموى للخشب هو نفسه لنشارة الخشب وبالمثل إذا تحول
الحديد إلى برادة حديد أو أذيب سكر في شاي أو في قهوة فان الحديد والسكر
يتغيران طبيعياً لا كيميائياً .

تجربة ٢٠

ما هو سبب التغير الطبيعي ؟

أذب كمية صغيرة من كل من ملح الطعام والسكر وكبريتات النحاس
(التوتيا الزرقاء) في كميات قليلة متساوية من الماء في ثلاث أنابيب اختبار .
ضع ماء في أنبوبة رابعة للمقارنة . سخن الأنابيب برفق فإن ذلك سيساعد على
ذوبان المادة الصلبة . لاحظ الأنابيب الثلاث وقارن بينهما وبين أنبوبة المقارنة .

هل يوجد آثار من الأجسام الصلبة ؟ ضع الآن الأنابيب الأربع في مكان ساخن إلى أن يتبخر الماء . انظر إلى الأنابيب ثانياً . ماذا ترى ؟ هل تبخر الماء في أنبوبة المقارنة ؟ هل يمكنك تمييز المواد الأصلية المذابة ؟ كيف ؟ ما فائدة أنبوبة المقارنة في هذه التجربة ؟

توضح هذه التجربة أن المواد في المحلول تغيرت طبيعياً فقط لأنها لم تفقد خواصها المميزة وعندما تبخر الماء أمكن تمييز الأجسام الصلبة الأصلية كالمالح والسكر والتوتيا الزرقاء . هل تقترح تغيرات طبيعية أخرى ؟

اختبر معلوماتك

- ١ - عرف كلا من المصطلحات الآتية : درجة التجمد ، درجة الغليان ، تغير طبيعي ، جزيء .
- ٢ - قارن بين التدرج الفهرستى والتدرج المئوى .
- ٣ - هل يمكنك اقتراح طرق عمل الثلج الجاف والهواء السائل ؟
- ٤ - ماذا يقصد بالتغير الطبيعي ؟
- ٥ - ما هى النظرية الجزيئية وكيف تفسر الثلاث حالات التى توجد عليها المادة ؟

المسألة الثانية - ما هو تركيب الماء ؟

لقد عرفت في فصل سابق أن الحديد عندما يتحد مع الأكسجين ، تتكون مادة جديدة تسمى أكسيد الحديد أو صدأ الحديد . وسميت هذه المادة بمركب كيموى لأنها تكونت من أكثر من عنصر . وكذلك حضرت الأكسجين من تحليل كلورات البوتاسيوم التى هى مركب كيموى ، وأيضاً حضرت ثانى أكسيد الكربون بفعل حامض على مركب كيموى آخر وهو بيكربونات الصوديوم .

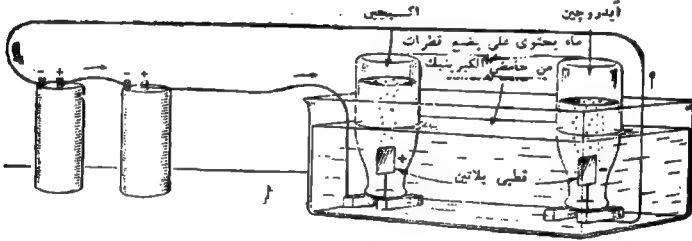
تحليل الماء

الماء مركب كيموى يتكون من عنصرين . والماء ليس سهل التحليل مثل كثير من المركبات الكيموية الأخرى ، إذ يجب أن تستخدم طاقة لتحليله .

تجربة ٢١

كيف يمكن تحليل الماء ؟

ستحتاج هذه التجربة لأدوات مماثلة للموضحة في شكل ٢٢ .



(شكل ٢٢) جهاز تجربة ٢١

خذ حوضاً من زجاج البيركس أو كأساً لوضع الماء فيها وزجاجتين صغيرتين ممكن استخدامهما لجمع الغازات فيهما . ممكن استخدام مركم أو بضعة أعمدة جافة كمصدر للتيار الكهربى وإذا لم يكن هناك قطبا بلاتين فى متناول اليد فيمكن الاستعاضة عنهما بقضيين من الكربون يستخرجان من بطاريات الجيب الجافة . ضع ماء كافياً فى الحوض حتى يغمر القاعدتين المثبت فيهما القطبان . املأ تماماً الزجاجتين وضع كل زجاجة فوق قطب بلاتين . صل القطبين بالبطارية . صب الآن باحتراس حوالى ٥ أو ١٠ سنتيمترات مكعبة من حامض الكبريتيك المركز ببطء فى الماء بالقرب من القطبين . إذ أن الحامض يجعل الماء موصلاً للتيار الكهربى . استمر فى التجربة حتى تمتلئ إحدى الزجاجتين بغاز . لاحظ كمية الغاز فى الزجاجة الأخرى . أقفل فوهة الزجاجة المملوءة غازاً بلوح زجاجى وأخرج الزجاجة من الحوض وقرب فوهتها من لهب ثم أقفل فوهة الزجاجة الثانية بلوح زجاجى وأعدلها ثم أقذف بداخلها قطعة صغيرة من الخشب المتوهج . ماذا لاحظت فى كل حالة ؟

سترى إذا نجحت تجربتك ، أن الماء قد تحلل باستخدام الطاقة الكهربائية إلى غازين عديمى اللون ، تجمع أحدهما بضعف سرعة الآخر وتحققت من أن الغاز المجموع ببطء كان أكسجيناً لأنه سبب اشتعال النار فى قطعة الخشب

المتوهجة على حين أن الغاز الآخر قد احترق أو انفجر بفرقة عندما قرب من لهب فكان هذا الغاز أيدروجيناً . وتجمع غاز الأيدروجين بضعف سرعة تجمع الأكسجين وهذا مما يثبت أن جزيئات الماء العادى تتكون من جزأين من الأيدروجين وجزء من الأكسجين . ولعلك سمعت أن الماء يرمز له بالرمز H_2O وهذا تعبير كيموى مختصر لجزء من الماء . ويمكن للكيموى أن يمثل التغير الكيموى الحادث فى التجربة كالاتى :

ماء (يـ ١) = أيدروجين (جزأين) + أكسجين (جزء واحد) .
هل ترغب فى تحضير قليل من الأيدروجين لتجرى عليه بعض التجارب؟

تجربة ٢٢

كيف يحضر الأيدروجين ؟



(شكل ٢٣)

فى تحضير الأيدروجين تأكد من أن طرف الأنبوبة ذات القمع مغمورة تحت سطح الحامض

ركب أنبوبة فى آخرها قمع صغير وأنبوبة توصيل فى سداد قارورة كالمينة بشكل ٢٣. املا زجاجتين بالماء ونكسهما فى حوض به ماء باستخدام لوح زجاجى . ضع طرف أنبوبة التوصيل بحيث إن الغاز يدخل فى الزجاجية . وضع بضع قطع من الزنك فى القارورة وأضف إليها كمية كافية من حامض الكلور دريك المخفف من خلال الأنبوبة ذات القمع حتى يغطى الزنك وطرف الأنبوبة . اترك قليلا من الغاز الناتج ليتصاعد ثم اجمع زجاجتين مملوءتين منه .

لاحظ لونه . قرب إحدى الزجاجتين وفوهتها إلى أسفل من لهب (وتأكد من أن أنبوبة التوصيل بعيدة عن أى لهب حيث إن الأيدروجين ينفجر بشدة عندما يختلط بالهواء) . أمسك زجاجة الأيدروجين الثانية وفوهتها إلى أسفل وأسقط بداخلها قطعة مشتعلة من الخشب . هل تستمر فى الاشتعال ؟ هل يساعد الأيدروجين على الاشتعال ؟ والآن أخرج القطعة المشتعلة فهل يشتعل الأيدروجين ؟

لا بد أنك لاحظت من هذه التجربة أن الأيدروجين غاز عديم اللون وأخف وزناً من الهواء وأنه يشتعل ولكنه لا يساعد على الاشتعال .

التغيرات الكيموية

ما هي التغيرات الكيموية ؟ ما صدأ الحديد إلا تغير كيموى . عندما حضرت الأكسجين أو ثانى أكسيد الكربون والأيدروجين وعندما حللت الماء فقد أجريت تغيرات كيموية . دعنا نرى بالتجربة ماذا يحدث أثناء تغير كيمى .

تجربة ٢٣

ماذا يحدث عندما تتغير الأشياء كيموياً ؟

أحضر قليلاً من برادة الحديد ومسحوق الكبريت الناعم . لاحظ لون وخواص كل من هاتين المادتين . حاول أن تجذب كلا منهما بمغناطيس . فإذا يحدث ؟ والآن اخلط برادة الحديد بالكبريت مستخدماً حوالى سبعة أجزاء بالوزن من الحديد إلى أربعة أجزاء من الكبريت . هل ما زلت تستطيع تمييز الحديد والكبريت فى المخلوط ؟ وكيف ؟ هل تستطيع اقتراح تجربة لفصلهما عن بعض ؟ ضع قليلاً من المخلوط فى أنبوبة اختبار وسخنها بشدة إلى أن تحمر محتوياتها . ثم لفها فى فوطة أو قطعة قماش واطرقها بمطرقة حتى تنكسر . هل ما زلت تستطيع تمييز الحديد والكبريت ؟ قرب منها بالمغناطيس . فهل يجذب المركب ؟ تسمى هذه المادة الرمادية كبريتور الحديد .

لاحظت من هذه التجربة ومن غيرها أن المواد حينما تتغير طبيعياً كما فى خلط الحديد بالكبريت ، تظل محتفظة بخواصها المميزة . فالكبريت يظل أصفر والحديد يجذب للمغناطيس ، ويمكن الحصول على كل من المواد المختلطة بسهولة كما فى حالتها الأصلية من مثل هذا التغير الطبيعى . أى أنه يمكن فصل الحديد من الكبريت بواسطة مغناطيس .

ومن ناحية أخرى ، فإن المواد فى التغير الكيمى تفقد خواصها المميزة

وتتكون مواد جديدة . فعندما سخن خليط الحديد والكبريت ، اتحد الحديد والكبريت كيميائياً لتكوين مادة جديدة هي كبريتور الحديد . إذن فكبريتور الحديد مركب كيموى .

حديد + كبريت كبريتور جديد .

ولقد فقد الحديد فى هذا المركب صفاته المغناطيسية ، كما فقد الكبريت لونه الأصفر . والسبب فى ذلك هو أن جزيئات الحديد قد اتحدت مع جزيئات الكبريت لتكوين جزيئات المادة الجديدة التى هى كبريتور الحديد . وللمادة الجديدة خواص مختلفة تماماً عن خواص الحديد والكبريت فلونها مختلف وغير مغناطيسية . ولا تتغير جزيئات المواد عندما تتغير طبيعياً ولكن فى التغير الكيموى تتكون جزيئات جديدة .

تحدث يومياً تغيرات كيميوية . فربما تتغير الأطعمة كيميائياً عند طبخها وكذلك عندما يحمض اللبن فانه يتغير كيميائياً . كذلك يحدث تغير كيموى عندما تؤخذ صورة بضوء مصباح توهج ؛ لأن الأكسجين بداخلها يتحد مع الألومنيوم محدثاً توهجاً شديداً وتتكون مادة جديدة هى أكسيد الألومنيوم الذى يغطى داخل المصباح . انظر كيف تتعرف على تغيرات أخرى طبيعية وكيميوية .

تجربة ٢٤

التمييز بين التغيرات الطبيعية والكيميوية

ميز التغيرات الطبيعية والكيميوية الآتية :

- ١ - تكسير صفور .
- ٢ - تبيض صورة .
- ٣ - إشعال عود كبريت .
- ٤ - صهر شمع .

- ٥ - إشعال نار .
- ٦ - كسر بيضة .
- ٧ - تصوير صورة .
- ٨ - تغير لون الأوراق .
- ٩ - ذبول الخضراوات .
- ١٠ - صبغ ملابس .

اذابة المواد

عندما تضع سكرآ فى قهوة أو كاكاو أو شأى أو عصير ليمون أو عندما تضيف ملحآ إلى ماء ، فأنت تعرف أن السكر والملح يذوبان فى السائل . المحاليل مهمة جداً لأنه إذا لم يذب الطعام فى أجسامنا فلا تستطيع امتصاصه . لقد حضرت فى تجربة سابقة محلولات ملح وسكر وكبريتات نحاس فى الماء . والآن دعنا نستزد من دراسة المحاليل .

تجربة ٢٥

ما هى صفات المحاليل ؟

أذب كمية صغيرة من السكر فى أنبوبة اختبار مملوء نصفها بالماء . كرر ذلك مستخدماً كحولاً . هل المحاليل راتقة ؟ هل تستطيع رؤية السكر الذائب فى كل محلول ؟ بخر الماء والكحول فهل تحصل ثانياً على السكر المذاب ؟

انظر جيداً إلى كوب به ماء . هل تلاحظ شيئاً ذائباً فيه ؟ اترك الكوب لعدة ساعات فى حجرة ساخنة ثم انظر إليه جيداً ، فهل ترى أى فقاقيع ؟ ما أصل هذه الفقاقيع ؟

انزع غطاء زجاجة مياه غازية ، فهل هناك أى إثبات لذوبان غاز فى السائل ؟ استخدم الكحول والماء فى تجربة ل ترى إذا كانت ثمة سوائل تذوب فى سوائل أخرى . ماذا تظنه يحدث عندما تذوب مادة فى مادة أخرى ؟

ترى من هذه التجارب أن المواد الصلبة والغازات تذوب في السوائل وأن بعض السوائل تذوب في سوائل أخرى . هل ممكن تفسير ذلك بالنظرية الجزيئية ؟ يعتقد العلماء أن كل المواد تتركب من جزيئات وأنه عندما تذوب مادة في أخرى تمتاز جزيئات المادة جيداً بجزيئات المادة الأخرى .

الماء العسر والماء اليسر

لا تحتوى مياه الأمطار على مواد مذابة بها ، فهي ماء يسر . وعادة تجمع مياه الأمطار الساقطة على أسقف المنازل لتستخدم في غسل الملابس حيث إن الصابون يرغب أسرع فيه .

يسمى الماء الذى يحتوى على مواد مذابة فيه ولا يرغب بسهولة بالماء العسر .

تجربة ٢٦

كيف تحول الماء العسر الى ماء يسر ؟

ضع قليلا من الماء في زجاجة وأضف إليه بضع قطع صغيرة من الصابون . ورجها بشدة فاذا ظهرت فقائيع الصابون في الحال وبكميات كبيرة فيكون الماء يسراً وإلا فهو ماء عسر . فاذا كان هذا الماء عسراً ، فاغل عينة أخرى منه في أنبوبة اختبار لمدة خمس دقائق واتركها تبرد ثم رجها مع صابون . فهل يرغب الصابون أسرع من المرة السابقة ؟

أضف كمية صغيرة من صودا الغسيل إلى عينة أخرى من الماء العسر في زجاجة ولاحظ الماء جيداً . هل ترى شوائب صلبة بيضاء أو رمادية تخرج من الماء ؟ هل تحول الماء إلى ماء يسر ؟ كرر الجزء الأخير من التجربة مستخدماً بوركس بدلاً من صودا الغسيل . كيف تحول ماء عسر إلى ماء يسر ؟ إن الماء الطبيعى في معظم أنحاء الولايات المتحدة عسر . فقبل الحصول على ماء يرغب جيداً ، يجب أن نحوله إلى ماء يسر باستخدام كميات كبيرة من الصابون ولكنها باهظة التكاليف . أما ميسرات الماء مثل صودا الغسيل أو البوركس فهي أرخص الطرق لتيسير الماء .

وأحياناً يترك ماء الاستحمام آثاراً رمادية على حوض الغسيل متكونة من نتائج تيسير الماء بالصابون لأن أملاح الاستحمام تحتوى عادة على ميسرات لتسهيل رغوة الصابون .

يحتوى معظم الماء العسر على مركبات ذائبة للكالسيوم والمغنسيوم والحديد ويمكن إزالة هذه المواد الذائبة بالغليان فى بعض الأحيان . ونجد أنها تكون طبقة صلبة على السطح الداخلى لغلاية الشاى والغلايات والأنابيب التى تحمل ماء ساخناً . وإذا أزيل عسر الماء بالغليان فيسمى الماء ماء عسراً مؤقتاً وإذا لم يتمكن من إزالة المواد الذائبة بالغليان يجب إلزالتها باستخدام مواد كيميوية مثل صودا الغسيل أو البوركس ، فى هذه الحالة يقال إن عسر الماء دائم .

اختبر معلوماتك

- ١ - اشرح كيف يمكن تحليل الماء بتيار كهربى .
- ٢ - اشرح طريقة تحضير الأيدروجين وصفاته .
- ٣ - اذكر الفروق بين التغيرات الطبيعية والتغيرات الكيميائية .
- ٤ - اكتب قائمة بتغيرات طبيعية وأخرى بتغيرات كيميوية .
- ٥ - كيف تبين تجربة الكبريت وبرادة الحديد الفرق بين التغيرات الطبيعية والتغيرات الكيميائية .
- ٦ - ما هو الماء العسر المؤقت وكيف يحول إلى ماء يسر ؟
- ٧ - ما هو الماء العسر الدائم وكيف يحول إلى ماء يسر ؟

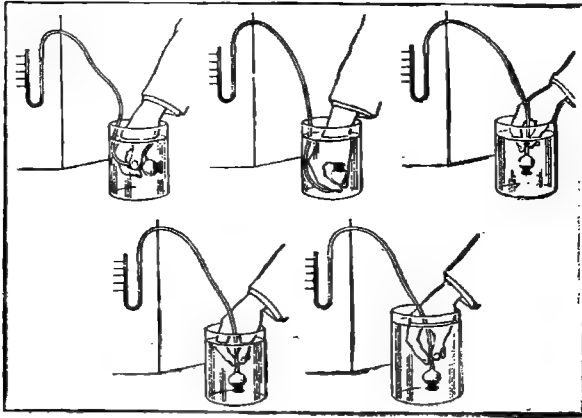
المسألة الثالثة - كيف نستفيد من الماء ؟

لا بد أن يلاحظ من غطس فى ماء عميق ، أنه كلما زاد عمقه تحت الماء زاد ضغط الماء على طبلتى أذنيه . ولكن هذه التجربة غير كافية لإثبات أن للماء ضغطاً . فدعنا نجرب بدقة تجربة يمكن التحكم فيها .

تجربة ٢٧

ما هي العوامل التي تسبب ضغط السوائل ؟

اقطع قطعة من المطاط الرقيق من بالون اللب وشدها فوق قمع صغير .
ضع قليلاً من ماء ملون في أنبوبة على شكل حرف U معتدلة رأسياً مثبتة في
مسطرة خشبية كالموضحة في شكل ٢٤ ، وبذلك يمكن استخدامها كقياس
للضغط . وصل القمع بها . أحضر كأساً أو زجاجة وحوضاً يسع كمية من الماء
أكبر مما تسعه الزجاجة . صب كمية من الماء في الزجاجة والحوض لنفس
الارتفاع وضع مقياس الضغط في قاع كل منهما وقس ضغط عمود الماء
بالبوصات وذلك بملاحظة فرقي ارتفاعي الماء في شعبي الأنبوبة على حرف U
ما هي العوامل الثابتة ؟ وما هي العوامل المتغيرة ؟



(شكل ٢٤) جهاز تجربة ٢٧ ما هي العوامل التي تؤثر في الضغط داخل سائل ما ؟

أحضر زجاجتين متساويتي السعة . املاً إحداهما بالماء والأخرى إلى
نصفها وقس الضغط عند قاع كل زجاجة . ما هي العوامل المتحكم فيها ؟
وما هي العوامل التي غيرت ؟ وهل يؤثر العمق على الضغط ؟
املاً زجاجتين متماثلتين إلى نفس الارتفاع إحداهما بالكحول والأخرى
بالماء وقس الضغط ثانياً عند قاع كل زجاجة . ما هي العوامل المتحكم فيها ؟
وما هي العوامل التي غيرت ؟ وهل تؤثر كثافة السائل على الضغط ؟

كرر الجزء الأخير من هذه التجربة إذا أمكنك الحصول على سائل أكبر كثافة من الماء مثل الزئبق أو الجليسرين وحقن نتائجك . ضع ماء في حوض أكبر إلى ارتفاع ١٠ أو ١٥ سنتيمتراً وقس الضغط العلوى والسفلى والجانبى عند نفس الارتفاع فى الماء ، وذلك بإدارة القمع فى جميع الاتجاهات عند نفس الارتفاع . واذكر خلاصة ما يتضح لك من هذه التجربة .

ضغوط السوائل

إذا نجحت تجربتك هذه فقد رأيت أن السوائل تبدى ضغوطاً على سطوح الأجسام الموضوعة . كذلك لاحظت أن الضغط يزداد بازدياد العمق ، أى كلما تعمقت فى السائل كان الضغط أكبر . كذلك تبين التجربة أن الضغط يعتمد على كثافة السائل . فإذا كان السائل أقل كثافة من الماء كان الضغط أقل منه فى الماء عند نفس الارتفاع . وإذا كان السائل ذا كثافة أكبر من كثافة الماء كان الضغط أكبر منه فى الماء عند نفس الارتفاع . وقد أثبت الجزء الأخير من التجربة أن الضغط فى سائل واحد متساو فى جميع الجهات عند نفس الارتفاع . ويستبين هذا بشكل ٢٤ .

اكتشف الانسان ضغط المحيط على أعماق كبيرة

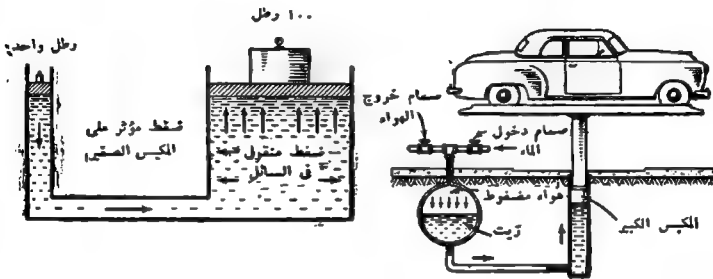
فى عام ١٩٣٤ بنى العالم الأمريكى ويليام بيبسة كرة من الصلب لها نافذة لمشاهدة حياة الحيوانات التى تعيش على أعماق كبيرة فى المحيط . وسمى جهازه « حمام كروى » ونزل بجهازه إلى عمق أكثر من ٣٠٠٠ قدم تجاه شاطئ برمودا . وكان الضغط عند هذا العمق يبلغ حوالى ١٣٠٠ رطل على البوصة المربعة . ثم تلى أوتيس بارتون فى صيف ١٩٤٩ إلى عمق ٤٥٠٠ قدم تجاه شاطئ كاليفورنيا الجنوبية فى كرة من الصلب قطرها خمس أقدام ، التى سماها « بنثوسكوب » وكان الضغط عند هذا العمق يبلغ حوالى ٢٠٠٠ رطل أى طن واحد على البوصة المربعة . وقد وجد أن أكبر عمق للمحيط عرف حتى الآن هو ٣٤٠٠٠ قدم حيث يبلغ الضغط عنده حوالى ١٥٠٠٠ رطل أى ٧٥ طن على البوصة المربعة .

تنقل السوائل الضغط

أنت تعرف أن الهواء ما هو إلا غاز يمكن ضغطه بسهولة ودفعه داخل كرة سلة أو إطار سيارة . ونظراً لقابلية ضغطه ، ترتد كرة السلة ، وتحمل إطارات السيارة مطبات الطريق ، وتتمكن من قذف كرة القدم . ويمكن ضغط الغازات لأن جزيئاتها بعيدة عن بعضها ويمكن تقريبها من بعض بسهولة .

وفي حالة الماء والسوائل الأخرى ، فإن الجزيئات قريبة جداً من بعضها لدرجة أن من المستحيل ضغطها . فإذا ضغطنا على سائل في وعاء مقفل لا ينقص حجمه بكمية ملحوظة ، ولكن الضغط المؤثر ينتقل من جزيء إلى آخر خلال السائل .

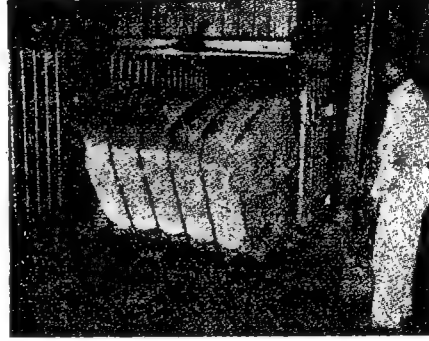
هل راقبت مرة الرافع الهيدروليكي في محطة بنزين ولاحظت العمود الكبير الذى يخرج من الأرض أثناء رفع السيارة ؟ وربما تعجبت لطريقة عمل هذا الرافع . فعندما يدفع العامل الرافعة ، يدفع هواء مضغوطاً في خزان زيتي فينقل الزيت الضغط إلى السطح السفلى للعمود ، الذى يدفع إلى أعلى حاملاً السيارة . ويبين شكل ٢٥ طريقة عمل رافع السيارة .



(شكل ٢٥) تتضاعف القوى الصغيرة إلى قوى كبيرة بواسطة الضاغط الهيدروليكي والرافع الهيدروليكي

وفي الضاغط الهيدروليكي تستخدم قوة صغيرة للتغلب على قوة كبيرة جداً وتستخدم المكابس الهيدروليكية لثني الأجسام المعدنية مثل رفارف

السيارات ولضغط الكتب عند تجليدها ولضغط القطن في بالات ، وأغراض أخرى كثيرة ويبين شكل ٢٦ مكبس هيدروليكي كبير

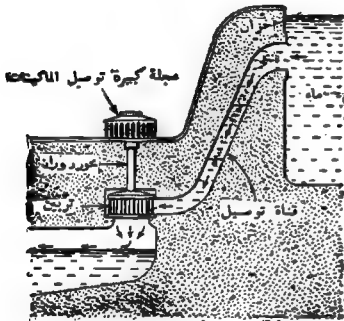


(شكل ٢٦)

ضغلت بالة القطن هذه بمكبس هيدروليكي للطاقة . وقد أديرت طواحين نشر الخشب وصناعات أخرى أكبر من ذلك بواسطة عجالات تديرها مياه متدفقة .

وقد بنيت خزانات كبيرة في أماكن كثيرة على الأنهار فيرفع الخزان مستوى الماء خلفه وبذلك تسقط مسافة أكبر يمكن استغلالها لعمل شغل . وفي بعض المناطق الجافة من العالم تستخدم هذه الخزانات الكبيرة في الري .

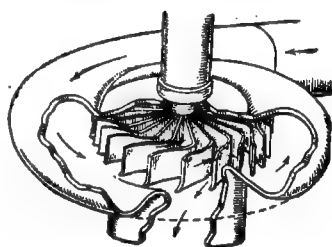
وتبنى الخزانات أحياناً من التراب ولكنها غالباً تبني من الأسمنت المسلح ونظراً لأن ضغط الماء يزداد بازدياد العمق فتبنى الخزانات أكثر سمكاً عند القاعدة عنها في القمة وبذلك تتمكن من تحمل الضغوط الكبيرة عند القاعدة .



(شكل ٢٧) التربين يساعد في تحويل طاقة المياه الساقطة إلى طاقة كهربائية

وأهم ما تستخدم فيه اليوم قدرة المياه هو توليد الطاقة الكهربائية ؛ إذ تستخدم طاقة المياه الساقطة لإدارة آلة تسمى بالتربين المائي . فتجري المياه من الخزان أو الشلال خلال قناة توصيل إلى عجلة تربين وتنصرف تحته . ويركب التربين المائي عادة أفقياً فعندما يسرى الماء، خلاله يصطدم بصفائح مقوسة يديرها . ويتصل التربين بالمولد الكهربائي بواسطة محور دوران .

يعتبر كل نهر مصدراً كبيراً للطاقة ما دامت مياهه تنساب نحو البحر ولكن لا يستخدم في الوقت الحاضر جزء كبير من طاقة المياه . وبعض الأنهار تفيض على شاطئها ولذلك يجب أن تحفظ مياهها بالسدود وتخزن في خزانات لمنع الفيضانات المهلكة . ومن السهل التحكم في الفيضانات والاستفادة منها في نفس الوقت باستخدام طاقة المياه المتدفقة . فإذا انطلقت المياه من الخزانات إلى تربينات مائية فتولد الكهرباء التي تمد المصانع والمزارع والمساكن بالطاقة .



(شكل ٢٨) تدير صفائح التربين الدائرة عمود الدوران الموصل إلى المولد الكهربى

وتحفظ الآن مياه نهر شينيسى بعدة خزانات وقد سببت قديماً أضراراً بالغة بفيضاتها في الوادى كل عام تقريباً . ولكن تستخدم مياه هذه الخزانات اليوم لتوليد الكهرباء .

اختبر معلوماتك

- ١ - ما هى العوامل التى تسبب الضغط على الأجسام المغمورة في السوائل ؟
- ٢ - لماذا يبدى الماء ضغطاً ؟
- ٣ - ما أهمية معرفة ضغط الماء ؟
- ٤ - كيف تنقل السوائل الضغط المؤثر عليها ؟
- ٥ - كيف تفسر انتقال الضغط في السوائل على أساس النظرية الجزيئية ؟
- ٦ - اشرح طريقة عمل الرافع الهيدروليكي أو المكبس الهيدروليكي
- ٧ - اشرح أهمية الخزانات المبنية على الأنهار .

المسألة الرابعة - كيف يتسرب الماء في الهواء وكيف يخرج منه ؟

هل لاحظت البخار خارجاً من فوهة غلاية شاي تغلى ؟

تجربة ٢٨

هل تستطيع أن ترى بخار الماء ؟

ضع غلاية شاي بها ماء على الموقد واتركها تغلى بشدة إلى أن تخرج

سحب من فوهتها . هل تستطيع أن ترى بخار الماء بالقرب من الفوهة ؟ لماذا
يمكن رؤيته كسحاب لمسافة بضع بوصات ؟ ضع شمعة أو لهب غاز تحت
السحاب . ماذا يحدث ؟ هل ترى بخار الماء ؟

لا يمكن رؤية بخار الماء في الهواء ولكن يمكننا أن نراه عندما يتكثف
إلى سحابة من قطرات مائية صغيرة . يتكثف الماء في صور كثيرة كالأمطار
والجليد والسحب والضباب والندى ، كل ذلك يدل على وجود بخار ماء
في الهواء .

بخار الماء في الهواء

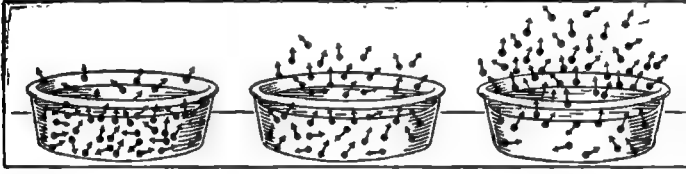
إن طبقة الهواء المحيطة بالأرض تشبه إلى حد ما قطعة كبيرة من الإسفنج ،
فتحتوى أحياناً على كميات ضئيلة من بخار الماء وأحياناً تكون محملة بكميات
كبيرة من الماء . وفي أوقات أخرى نحتوى على كمية معقولة من بخار الماء
ويمكن أن تمتص كمية قليلة أخرى . من أين يأتي بخار الماء في الهواء ؟ يأتي
من أماكن كثيرة . لعلك لاحظت في صباح بارد أن بخار الماء في الزفير
يتكثف إلى سحابة صغيرة وكذلك ربما تكون قد لاحظت السحابة المكونة من
قطرات الماء الخارجة من سيارة . وباستمرار تعطي النباتات والحيوانات
بخار الماء إلى الهواء . كما تضيف مداخن المنازل والمصانع بخار ماء إلى الهواء
عندما يحترق الوقود . وتحتوى معظم الوقود على عنصر الأيدروجين ، فعندما
يشعل يتحد الأيدروجين مع أكسجين الهواء ويكون ماء .

البخر

تأتي كميات بخار الماء الكبيرة التي في الهواء من المحيطات والبحيرات
والأنهار بعملية البخر الهامة .

ما هو سبب البخر ؟ لقد عرفت أن الماء والسوائل الأخرى مكونة
من دقائق صغيرة تسمى جزيئات ، دائمة الحركة في السائل . فإذا سخن سائل
فإن جزيئاته تتحرك أسرع ويترك بعضها سطح السائل إلى الهواء المحيط كما هو

مبين في شكل ٢٩ . ويقال عن السائل الذى يتغير تغيراً طبيعياً ويتحول إلى غاز ، إنه تبخر .



(شكل ٢٩) تترك جزيئات السائل سطحه أسرع كلما ازدادت درجة حرارته

تجربة ٢٩

كيف يحدث البخر ؟

ضع قليلا من الماء فى إناء مسطح ضحل واتركه جانبا لبضعة أيام ولاحظه كل يوم . سخن قليلا من الماء فى وعاء مشابه وقارن بين معدل البخر فى كليهما . كيف تؤثر الحرارة على سرعة البخر ؟

الماء سائل عديم اللون ولا يرى عندما يتحول إلى بخار فى الهواء . أما السحابة التى تتكون عندما يغلى الماء فليست بخار ماء والذى نسميه عادة بخار ماء هو بخار الماء الذى يبرد وتكثف إلى سحابة من قطرات الماء الصغيرة .

تجربة ٣٠

ما هى العوامل التى تؤثر فى البخر ؟

بلل مساحتين بعيدتين عن بعضهما ومتساويتين ، على سبورة بوساطة قطعة قماش أو اسفنجة مبللة بالماء . قرب مروحة من إحدهما بحيث لا تتأثر الأخرى .

سخن مساحة على السبورة بوساطة لمب غاز أو بتقريب سخان كهربى منه وبلله بالماء وكذلك بلل مساحة مساوية فى منطقة باردة ولاحظ المساحتين بدقة لعدة لحظات .

أحضِر إطاراً خشبياً عرضه حوالى بوصتين وغطه بقطعة من القماش

المبللة جيداً بالماء . بلل أيضاً مساحتين متساويتين على جزء رطب من السبورة وغط إحداهما بقطعة القماش المنداة على الإطار واترك الأخرى معرضة للهواء . أبعد الإطار بعد عدة لحظات وقارن بين المساحتين .

اذكر العوامل التي اختبرتها وتأثير كل على سرعة البخر . هل هذه التجربة يمكن التحكم فيها ؟ ولماذا ؟

يتسرب الماء إلى الهواء بالبخر من الأجسام المائية الكبيرة على سطح الأرض وعملية البخر هذه إما أن تحدث ببطء أو بسرعة . فإذا كان الهواء محملاً أصلاً ببخار ماء ، فيكون البخر من الأجسام المائية بطيئاً . ولكن إذا كان الهواء جافاً نسبياً فيحدث البخر بسرعة أكبر . يمكن للهواء الساخن أن يحمل بخار ماء أكثر من الهواء البارد . فإذا كان الهواء ساخناً فإن البخر يكون أسرع مما في حالة الهواء البارد .

إن سبب تبخر الماء من المحيطات والبحيرات والأنهار هي الطاقة الحرارية التي تصل إلى الأرض من الشمس . فالشمس تدفئ الأرض التي بدورها تدفئ الهواء القريب منها والهواء الساخن يأخذ بخار ماء متبخر أكثر من الهواء البارد .

وكذلك تساعد الرياح على البخر . فتجف الملابس في يوم حار وفيه رياح ، أسرع مما تجف في يوم حار ولا رياح فيه . وذلك لأن الرياح تغير باستمرار الهواء المحيط بالملابس وهذا يساعد على تبخر الماء من الملابس .

يكون البخر في الهواء الجاف أسرع منه في الهواء الرطب . وفي تجربتك تبخرت البقعة المبللة المعرضة للهواء أسرع من البقعة المغطاة بالقماش المبتل . وبالمثل تجف الملابس أسرع في يوم جاف منه في يوم رطب غائم .

الرطوبة النسبية

تتغير كمية بخار الماء في الهواء من يوم لآخر . ونشعر بضيق في يوم رطب صيفياً ونسنى مثل هذا اليوم انه رطب ويكون الهواء مشبعاً تقريباً ببخار الماء . فنحن نتنفس بسهولة ولكن العرق لا يجف بسرعة . بينما نشعر براحة في يوم بارد به بخار ماء أقل لأن العرق يتبخر بسرعة .

وتختلف كمية بخار الماء التي يحملها الهواء باختلاف درجة الحرارة . وتسمى النسبة بين كمية بخار الماء الموجودة فعلاً في الهواء إلى كمية بخار الماء الممكن حملها في نفس درجة الحرارة ، بالرطوبة النسبية . ويسمى الهواء مشبعاً ببخار الماء إذا كان محتوياً على أكبر كمية من بخار الماء ممكن حملها وفي هذه الحالة تكون الرطوبة النسبية ١٠٠ في المائة . ويحتاج الهواء البارد إلى كمية أقل من بخار الماء لإشباعه عن الهواء الساخن . وإذا كان الهواء محتوياً على نصف ما يمكنه حمله من بخار الماء في نفس درجة الحرارة فتكون الرطوبة النسبية ٥٠ في المائة فقط .

وربما تصل الرطوبة النسبية إلى ٩٥ في المائة في يوم شديد الرطوبة وهذا يعني أن الهواء به ٩٥ في المائة من كمية بخار الماء الكلية التي يمكنه حملها في نفس درجة الحرارة . ومن ناحية أخرى تبلغ عادة الرطوبة النسبية لهواء منازلنا في الشتاء حوالي ٢٥ في المائة ، أي إن به فقط ربع كمية بخار الماء التي تشبعه عند نفس درجة الحرارة .

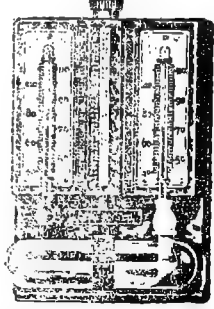
تجربة ٣١

ما هي الرطوبة النسبية لحجرتك الدراسية ؟

أحضِر ترمومترين يقرأن نفس درجة الحرارة . غط مستودع أحدهما بقطعة من القماش أو الشاش ثم بللها بالماء وأمرر عليها تياراً من الهواء حتى يقرأ الترمومتر أقل درجة حرارة ممكن أن يصل إليها . سجل درجتى حرارة المستودع المبتل والمستودع الجاف . واطرح درجة حرارة المستودع المبتل من درجة حرارة المستودع الجاف واستعن بجدول الرطوبة النسبية الآتى وأوجد من الصف الذى عنوانه « الفرق بين قراءتى المستودع الجاف والمستودع المبتل » الفرق الذى حصلت عليه في تجربتك واقراء في عمود الأرقام الذى تحته ، العدد الذى في الصف المقابل لقراءة المستودع الجاف الذى في جانب الجدول ، فيكون هو الرطوبة النسبية لحجرة دراستك معبراً عنها كنسبة . كرر التجربة في المنزل أو في حجرات الدراسة الأخرى بالمدرسة .

قياس الرطوبة النسبية

تستخدم الأجهزة المعروفة بالهيجرومتر والسيكرومتر والهيجروديك لتعيين الرطوبة النسبية بنفس الطريقة التي استخدمتها في تجربتك . فيعلق الهيجرومتر على الحائط ويمرر تيار هوائي على مستودعي الترمومترين حتى تثبت درجة حرارة المستودع المبتل . أما في السيكرومتر ، فيغمر فتيل المستودع المبتل في ماء ، وتوجد الرطوبة النسبية باستخدام الجدول . وللهيجروديك أيضاً ترمومتران أحدهما ذو مستودع جاف والآخر ذو مستودع مبتل ولكن تظهر الجدول في مقدمة الجهاز وبذلك يمكن قراءة الرطوبة النسبية مباشرة .



وتقاس عادة الرطوبة النسبية بأحد الأجهزة (شكل ٣٠) الهيجرومتر ترمومترات أحدهما ذو مستودع جاف والآخر ذو مستودع مبتل ليعين الرطوبة النسبية جافاً جداً كان الفرق بين قراءتي المستودع الجاف والمستودع المبتل كبيراً نوعاً . أما إذا كان فرق القراءتين صغيراً ، كان هناك بخار ماء أكثر في الهواء وكانت الرطوبة النسبية أعلى .

والرطوبة النسبية هامة لصحتنا وراحتنا . فإذا كانت الرطوبة النسبية منخفضة داخل المنزل ، فإن العرق الذي على الجلد والماء الذي على أنسجة الأنف والحنق يتبخر بسرعة جداً ، وهذا غير صحي . أما العمارات التي تحفظ فيها الرطوبة النسبية بين ٥٠ ، ٦٥ في المائة فهي مريحة عند درجة ٦٨ ° ف ، مثل حجرة في درجة ٧٢ ° ف والرطوبة النسبية فيها ٣٥ في المائة . كذلك فإن الرطوبة النسبية عامل مهم لا بد من أخذه في الاعتبار في مصروفات تدفئة المنزل .

تأتي الرطوبة من الهواء

ما سبب تكثف بخار ماء الهواء ؟ في الأيام الحارة وعندما تبلغ الرطوبة

النسبة حوالى ١٠٠ فى المائة تغطى أنابيب الماء البارد وأوعية الماء المثلج من الخارج بقطرات صغيرة من الماء .

تجربة ٣٢

لماذا يصبح البحر برودة ؟

ضع قليلا من الماء على ظهر يدك وقربها من تيار هوائى . هل تشعر ببرودة أثناء تبخر الماء . كرر التجربة مستخدماً كحولا . وطبق ما عرفته عن البحر واقترح أحسن تعليل للبرودة التى تنشأ مع البحر . اقترح : هل تلزم كمية من الحرارة لتبخير السوائل ؟

عندما يبرد الهواء المحتوى على بخار ماء إلى درجة معينة ، فيتكثف جزء منه على هيئة قطرات مائية صغيرة . لا بد قد رأيت قطرات مائية متكونة على إناء ماء مثلج أو كوب عصير ليمون فى زمن الصيف . وكذلك تعرف كيف تتكون قطرات ماء على مرآة الحمام عندما تفتح صنوبر الماء الساخن لتستحم . وعادة تتكون قطرات مائية على السطوح الداخلية للنوافذ عندما يكون الجو بارداً جداً فى الخارج . تبين هذه الأمثلة أنه إذا برد هواء محتو على بخار ماء فإنه يفقد جزءاً منه .

حينما يتحول بخار الماء غير المرئى إلى قطيرات مائية مرئية ، تسمى هذه العملية بالتكثف ويقال إن بخار الماء يتكثف . وعملية التكثيف هى المقابلة لعملية التبخر . فحينما يتبخر سائل فإنه يتحول إلى غاز وحينما يتكثف غاز فإنه يتحول إلى سائل .

وما المطر والندى والسحب والغيوم إلا أمثلة لفقدان الهواء بخار ماء بالتكثف . وفى الفصل الثانى ستزداد معرفتنا عن هذه الصور المشوقة التى يتشكل بها الماء .

الطاقة وصور الماء

إن الماء فى الطبيعة فى دورة لا نهائية من عمليات التبخر والتكثف . فيحدث التبخر من المحيطات والبحيرات والأنهار والأجسام المائية الأخرى

عندما يمتص الماء الطاقة الحرارية من الشمس . ويسبب امتصاص هذه الطاقة الحرارية أن تصبح الأشياء المحيطة أبرد . وحينما يبرد الهواء المشبع ببخار الماء فإنه يتكثف في صورة مطر . ويطلق الماء في تكثفه نفس الطاقة الحرارية التي امتصها في التبخر . وبذلك تبرد الأرض بتبخر الماء في المحيطات والبحيرات والأنهار وتسخن بتكثف بخار الماء .

وحيثما يسقط الماء على صورة جليد أو مطر في المناطق الجبلية ، فإنها تنساب إلى الأنهار التي تجري من أعلى التلال إلى البحر ، والتي تعترضها خزانات في أماكن كثيرة . ولقد عرفت في المسألة السابقة كيف تدير المياه الساقطة التربينات المائية التي تدير بدورها مولدات كهربية . ويمكن استخدام الطاقة الكهربائية التي يحصل عليها من الطاقة الميكانيكية للمياه الساقطة في الحصول على طاقة حرارية أو طاقة ضوئية كما يمكن تحويلها أيضاً مرة أخرى إلى طاقة ميكانيكية يمكن استخدامها في إحداث شغل . وبذلك ترى أن صور الماء تلعب دوراً هاماً في قصة الطاقة .

اختبر معلوماتك

- ١ - ماذا يحدث للماء الذي في الهواء ليصبح مرئياً ؟
- ٢ - ما هو مصدر بخار الماء الذي يتسرب إلى الهواء ؟
- ٣ - كيف يتسرب بخار الماء إلى الهواء ؟
- ٤ - ما هي العوامل التي تؤثر على التبخر ؟
- ٥ - كيف تفسر التبخر على حسب النظرية الجزيئية ؟
- ٦ - اشرح الرطوبة النسبية .
- ٧ - اشرح كيف يبين ترمومترى المستودع المبتل والمستودع الجاف ، الرطوبة النسبية ؟
- ٨ - اشرح طريقة عمل السيكرومتر والهيغرومتر .
- ٩ - اشرح أهمية الرطوبة النسبية للصحة .

- ١٠- ما هو التكتشف ؟ كيف تفسره على ضوء النظرية الجزيئية ؟
١١- اشرح الصور المختلفة التي يتكتشف بها بخار الماء الذى فى الهواء .

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الأولى .

يوجد الماء فى ثلاث صور - صلب وسائل وغاز .
يتبخر السائل عندما يتحول إلى غاز ويتكثف عندما يتحول إلى سائل .
الغليان تبخر سريع .
تتكون كل المواد من دقائق صغيرة تسمى جزيئات وهى فى حركة دائمة .
تسمى التغيرات فى المادة التى لا تغير طبيعة الجزيئات بالتغيرات الطبيعية .

المسألة الثانية

تسمى التغيرات فى المادة التى تغير من طبيعة الجزيئات وبالتالى تكون مواد جديدة بالتغيرات الكيميائية .
ويسمى الماء الذى يحتوى على مواد معدنية ذائبة فيه ، ويمكن إزالتها بالغليان ، بماء عسر مؤقت .
ويسمى الماء المحتوى على مواد معدنية ذائبة فيه ويمكن إزالتها بطرق كيميوية فقط ، بماء عسر دائم .

المسألة الثالثة .

يعتمد الضغط فى السوائل على العمق تحت سطح السائل وكثافته .
يمكن استخدام المياه الساقطة لعمل شغل باستخدام عجلات مائية أو تربينات مائية .

المسألة الرابعة .

يتصاعد بخار الماء فى الهواء من عملية البخر فقط من الأجسام المائية والنباتات .
تسمى النسبة بين كمية بخار الماء الموجود فى الهواء والكمية المشبعة له فى نفس درجة الحرارة ، بالرطوبة النسبية .

يتكثف بخار الماء في الهواء على صورة مطر ، ندى ، سحب ، ضباب ، صقيع وجليد .

تمتص كمية من الحرارة عندما يتحول سائل إلى غاز ، وتطلق كمية من الحرارة عندما يتحول الغاز إلى سائل . إذن فالبحر عملية مبردة والتكثف عملية مسخنة .

يمكن تحويل طاقة المياه الساقطة إلى عدة صور أخرى للطاقة مثل الطاقات الكهربائية والحرارية والضوئية والكيميوية والميكانيكية .

اسئلة للمناقشة

- ١ - ترسب عادة رواسب معدنية حول عيون الماء الساخنة ونباتات الماء في الحمامات كالذي في يلوستون بارك . علل سبب ذلك ؟
- ٢ - يحدث تبريد عندما يتبخر سائل . وتغطي أحياناً زجاجات الماء المعدنية بأغطية من القش يمكن حفظها مبتلة أثناء السفر . هل تستطيع تفسير ذلك ؟
- ٣ - في الهند والبلاد الاستوائية الأخرى ، يحفظ ماء الشرب غالباً في أوعية فخارية مسامية يرشح منها قليل من الماء . فما الغرض من ذلك ؟
- ٤ - عندما يراد حفظ الثلجات لعدة ساعات فغالباً تلف في ثلج جاف فلماذا يحفظها الثلج الجاف باردة ؟
- ٥ - عندما يعرض الثلج الجاف إلى الهواء الطلق يتكون ضباب أبيض أو سحابة بيضاء مع أن ثاني أكسيد الكربون غاز لا لون له . فكيف تفسر تكون هذا الضباب ؟
- ٦ - اشرح الفرق بين المواد الصلبة والسائلة والغازية على ضوء النظرية الجزيئية .
- ٧ - يجب إزالة الثلج المتراكم على الملفات داخل الصندوق في الثلاجة الكهربائية فمن أين يأتي هذا الثلج ؟

- ٨ - ما هي الرطوبة النسبية ؟ وما هي أهمية الرطوبة النسبية للصحة ؟ وكيف تقاس الرطوبة النسبية ؟
- ٩ - ما الذى يسبب عسر الماء ؟

تمرين على حل المسائل

- ربما تساعدك النصيحة الآتية على اقتراح فروض لحل المسألة :
- ١ - تذكر أن الفروض ما هي إلا آراء تأمل أن تساعدك في حل المسألة . ويجب أن تأخذ في الاعتبار كل المعلومات التي عندك .
 - ٢ - ادرس صيغة المسألة لتنتبه إلى كلمات أو عبارات ربما تعطى فكرة للحل .
 - ٣ - تذكر أن كل الفروض معرضة للاختبار النظري أو العملي . وحاول دائماً أن تفكر في الطرق الممكنة لاختبار الفرض عندما تقترحه .
 - ٤ - إذا كانت المسألة تظهر أنها سبب شيء آخر فحاول أن تفكر في كل تأثيرات أو نتائج هذا السبب . وربما تؤدي هذه إلى إبداء فرض راجح .
 - ٥ - إذا كانت المسألة كما ذكرت تظهر أنها تأثير فحاول أن تفكر في جميع الأسباب الممكنة التي يمكن أن تعطى هذا التأثير وربما تكون هذه فروضاً مفيدة .

مثال

مسألة : لماذا تبنى الخزانات أعرض عند القاعدة منها في القمة ؟
 بدراسة دقيقة لهذه المسألة يتبين أن هناك على الأقل نقطتين ربما تكونان السبب في ذلك :

- ١ - ربما تكون كمية الماء التي يحجزها الخزان .
 - ٢ - ربما يكون عمق الماء .
- تجيز من القائمة الآتية بعض المسائل غير المألوفة لديك وانظر كم من الفروض ستقترح لحل كل منها . وتذكر دائماً كل الاقتراحات السابقة أثناء دراسة كل مسألة .

- (ا) لماذا تشير البوصلة إلى الشمال ؟
- (ب) لماذا ينصهر الجليد المحتوى على شوائب سوداء أو المختلط بالصنّاج أسرع من الجليد النظيف ؟
- (ج) لماذا تطفو بعض الأشياء بينما تغرق الأشياء الأخرى ؟
- (د) ماذا يسبب اسوداد العملات الفضية ؟
- (هـ) لماذا ننفخ في عود كبريت مشعل لنطفئه، وكذلك ننفخ في نار ليستمر اشتعالها ؟
- (و) لماذا تنظف الشمعة عندما توضع في خنجر مقفل ؟
- (ز) لماذا يغرق الحديد في الماء بينما يطفو على سطح الزئبق ؟
- (ح) لماذا ينصهر الثلج إذا نثر ملح فوقه ؟
- (ط) لماذا يتصاعد من الثلج الجاف بخار أبيض مع أن غاز ثاني أكسيد الكربون لا لون له ؟ .

بينما كانت كارولين تساعد أمها في تقشير خوخ لعمل كعكة، لاحظت أن بعضاً من ثمار الخوخ مجمدة وليست طازجة مملوءة بالعصير كالآخرات . دفعت هذه الملاحظات كارولين لتسأل أمها : « هل كل ثمار الخوخ هذه نمت على نفس الشجرة يا أمه » .

فأجابت الأم : « نعم ، لكنني قطفنت بعضها منذ ثلاثة أيام » . فاسترسلت كارولين قائلة : « ربما يفسر ذلك جفافها دون أن يكون بقشرتها أى جرح » .

ولقد كانت كارولين شغوفاً بمعرفة مدى فقد بخار الماء من الفاكهة الطازجة بعد قطفها . فسألت كارولين أمها ان كانت تستطيع أخذ أربع ثمرات من الخوخ لتجرى عليها تجربة . فاختارت اثنتين طازجتين مملوءتين من ثمار الخوخ وأخريين لهما تقريباً نفس الحجم لكنهما مجمدتان . وقشرت إحدى الثمرتين الطازجتين وإحدى الثمرتين المجمدتين ووضعت الأربع الثمرات بعد وزنها على قطعة من الورق في صندوق وضعته في « الحراج » .

تنبأ ماذا حدث . واذكر الطريقة التي اختارتها كارولين لاختبار الثمار .

٤ الطقس والمناخ

الطقس موضوع مألوف للتحدث فيه ، ربما لأنه دائم التغير وربما أيضاً لأنه يؤثر على حياتنا اليومية .

ولقد تجمعت في كل بلد خلال القرون ، أشعار وأمثال وخرافات عن الطقس ، ربما تكون قد سمعت بعضاً منها في منطقتك . وتقوم بعض الأمثال عن الطقس على مشاهدات خلال سنين عديدة وبذلك تكون لها دقة علمية . والبعض الآخر مجرد أمثال ليس لها أساس علمي .

هل للطقس أية علاقة بما نأكله أو بالملابس التي نرتديها أو الألعاب التي نقوم بها ؟ هل تشعر بالنشاط والأمل عندما تكون الشمس مشرقة ، وتشعر بالكسل والخمول عندما تكون الدنيا ممطرة ؟

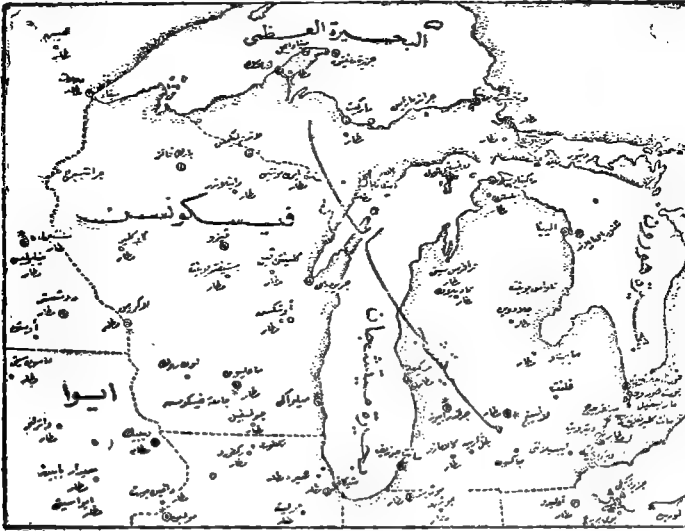
يلعب التنبؤ بحالة الطقس دوراً هاماً في حياتنا . حقاً إن الطقس هو الشريك الصامت في الزراعة وغيرها من الأعمال الكبيرة التي تمدنا بالطعام والملابس . فيعتمد القمح والذرة والقطن أو المحصولات الأخرى على الجو المناسب لنموها . ويتسبب الجو غير الملائم في حرمان كثير من الناس الذين يعتمدون على هذه المحصولات وغيرها من أسباب معاشهم . وتفيد التحذيرات من اقتراب موجات البرد والعواصف في البحر ، تفيد الفلاح وزارع الفاكهة وريان السفينة . ومنذ أمد ليس بعيد ، ممكن تنبؤ مصحة الأرصاد الجوية الأمريكية بهبوب رياح عاصفة ، أن تصل سفن حاملة بضائع تزيد قيمتها على ٥٠٠.٠٠٠.٠٠٠ دولار ، مكنها أن تصل إلى الميناء سالمة .

ويقرأ بائعو المثلجات والمشروبات العادية «والسجق» في الحدائق والملاهي ، يقرءون عادة تنبؤات الجو قبل طلب بضائعهم ، فإذا كان اليوم بارداً ،

فبيعاً طبعاً كمية أكبر من السجق و كمية أقل من الثلجات عما يباع في اليوم الحار . كما يتمكن أيضاً بائعو الثلجات والفحم من تقدير مبيعاتهم من حالات الجو .

والتهبؤات الجوية بالغة الأهمية بالنسبة للمواصلات الجوية ، إذ لا يكفي أن الخطوط الجوية يجب أن تعرف حالة الجو في أماكن الرحيل وأماكن الوصول ، بل ويجب أن تعرف كذلك حالة الجو من مكان إلى آخر على طول طريق الطيران . والجو بالنسبة للطيار مختلف عن الجو على سطح الأرض . فيجب أن يكون عالماً بحالة الجو في الطبقات العليا ولا يقوم طيار برحلة مسئول عنها إلا بعد دراسة جيدة لحالة الجو الذي سيطير فيه .

ونظراً لأهمية التنبؤ الجوي الدقيق للطيران وللأعمال وللصناعة وللملاحة ، أنشأت الحكومة الأمريكية مؤسسة كبيرة اسمها مصلحة الأرصاد الجوية



(شكل ٣١) محطات الأرصاد في منطقة البحيرات العظمى .

- محطات تقدم بانتظام تقارير جوية للطيران كل ساعة .
- ◎ محطات تقدم بانتظام ملخصاً للتقارير الجوية كل ٦ ساعات .
- (١) محطات تقدم بانتظام ملخصاً للتقارير الجوية كل ٣ ساعات وكل ٦ ساعات .
- محطات تقدم تقارير جوية للطيران خاصة ، بطيران أو تنبؤات مطلوبة .
- △ محطات تقدم تقارير الطيران عن مدى الرؤية والغياب والرياح والطقس على منطقة البحيرات العظمى .
- * مكتب أرصاد بالمدينة أو مكتب أعمال أو مركز مراقبة الطقس أو المكتب الرئيسي بالمنطقة ، واحد أو أكثر لكن لا يوجد في مطار .

لتنبأ بحالة الطقس . وتصل مرتين يومياً إلى مصلحة الأرصاد رصدات من أكثر من ثلاثمائة محطة في أنحاء البلاد ، من ألاسكا وكندا وبلدان أجنبية أخرى ، وكذلك من السفن في عرض البحر . وترسم من كل هذه المعلومات يومياً خريطة جوية لأمريكا الشمالية وأجزاء من المحيط الأطلنطي والمحيط الباسفيكي . ويتنبأ من هذه الخريطة الطقس المحلي في عدة مراكز بأحاء البلاد .

وستعرف في هذا الفصل كثيراً من المعلومات الشيقة عن الطقس الذي يؤثر على حياتنا من يوم لآخر .

المسائل التي سوف نعالجها

- ١ - ما مدى صحة تنبؤات الطقس ؟
- ٢ - ماذا يسبب هبوب الرياح ؟
- ٣ - كيف يؤثر بخار الماء الذي بالهواء على الطقس ؟
- ٤ - كيف يمكن التنبؤ بتغيرات الطقس ؟
- ٥ - ما الذي يسبب الأجواء المختلفة ؟

المسألة الأولى - ما مدى صحة تنبؤات الطقس ؟

هل عزمت مرة على عمل شيء خاص في يوم معين وتكدرت عندما خاب ظنك ورأيها تمطر في الصباح المبكر لهذا اليوم ؟ ربما تذكرت مثلاً قديماً كالذي يقول « مطر قبل السابعة ، فصحو قبل الحادية عشرة » . وقد يحدث هذا أحياناً . أو ربما يقول مذيع الأخبار في الراديو إن الطقس ستكون به سحب قليلة ويحدث أن يكون طقس اليوم صافياً . فإن أى مدى نثق بالمعلومات التي تصلنا عن الطقس من المصادر المختلفة ؟

تجربة ٣٣

كيف يختبر رجل الأرصاد ؟

سجل يومياً ، لمدة أسبوعين ، التنبؤات الجوية من الجريدة المحلية التي تظهر في منطقتك ، أو الإذاعة اللاسلكية المحلية . ولاحظ الطقس بدقة كل

يوم واكتب حالة الطقس كما هي بجانب التنبؤات . كم من مرة خلال الأسبوعين كانت تنبؤات رجل الأرصاد صحيحة أو خطأ أو بعضها صحيح ؟

التأكد من المعلومات الجوية

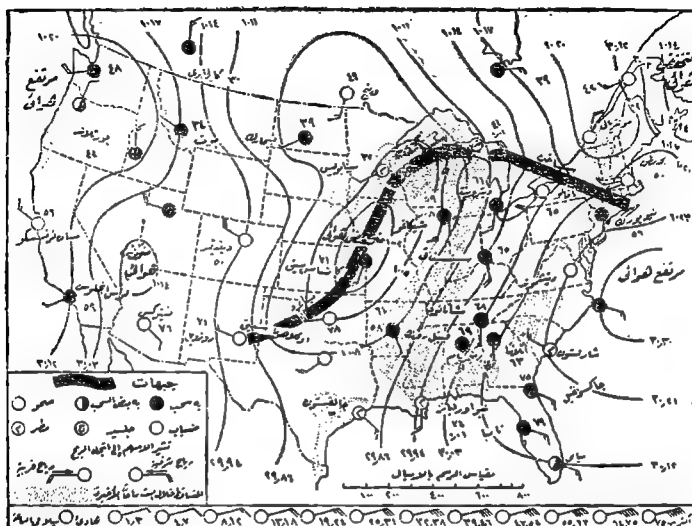
ما هي مصادر المعلومات الجوية ؟ تحتوي أغلب الجرائد اليومية على معلومات دقيقة عن الجو . هل اختبرت مرة جريدتك المحلية اليومية لترى كم ذكرت من المعلومات الجوية ؟

تجربة ٣٤

ما هي المعلومات الجوية التي تعطى في الجريدة المحلية ؟

تكتب بعض الجرائد التنبؤات الجوية المحلية في الصفحة الأولى .
والمعلومات الأخرى التفصيلية في مكان آخر . تصفح جريدتك المحلية بعناية
واجمع كل المعلومات عن الطقس . وانتقها في مذكرة . هل تنشر جريدتك
أكثر من التنبؤات المحلية ؟

ويعتبر الراديو من مصادر المعلومات الحوية ، ويوجد في كل منطقة



(شكل ٣٢) خريطة مكتب الأرصاد ليوم واحد.

تقريباً ، فتعطى معظم محطات الإذاعة التنبؤات وتذيعها عدة مرات يومياً .
ويحصل على هذه التنبؤات من أقرب محطة أرصاد للولايات المتحدة حيث
تؤخذ المشاهدات الجوية باستمرار ويتنبأ بحالة الطقس عدة مرات يومياً .

ويمكن الحصول على الخريطة الجوية اليومية لفصلك من مصلحة الأرصاد
الجوية للولايات المتحدة ، مدير قسم الوثائق ، مكتب الطبع الحكومى ،
واشنطن ، د . ث . فستساعدك هذه الخريطة جداً فى دراستك للطقس .

مدى الوثوق بالتنبؤات الجوية

إذا كنت تقيم فى منطقة زراعية فستجد بكل تأكيد بعض الناس الذين
يعتمدون على التقويم الفلكى أو التقويم الطقسى لتنبؤهم بالطقس فهل اختبرت
معلومات الطقس من هذه المصادر .

تجربة ٣٥

ما نوع معلومات الطقس المعطاة فى التقويم الفلكى والجوى ؟

أحضر تقويمياً فلكياً من مخزن الأدوية الذى تتعامل معه أو من أى مصدر
آخر . ربما يحتوى أحد التقويمات التى عندك فى المنزل على تنبؤات الطقس
الشهرية مقتبسة من التقويم الفلكى . ادرس هذه التنبؤات جيداً واختبر صحة
التنبؤات خلال عدة أسابيع . كيف تظن قد عملت هذه التنبؤات ؟ هل من
المحتمل أن تكون مبنية على أساس مشاهدات علمية ؟ ما مدى وثوقك بها ؟
هل يعتقد كثير من الناس فى هذه التنبؤات ؟

أمثال عن الطقس

ان الأمثال المتعلقة بالطقس التى وصلتنا على مر قرون كثيرة ، وإليك
بعضاً منها وربما أمكنك الإضافة إليها مما يقال فى منطقتك :

١ - إذا كانت سحب السماء فى شكل سمكة الماكيريل ، فإنها لن تترك
الأرض جافة .

٢ - عندما تهب الريح فى اتجاه ضد الشمس ، فلا تصدق أنها ستعرد ثانية .

- ٣ - إذا كانت الريح نحو الشرق فهي ليست في صالح الإنسان أو الحيوان .
- ٤ - تخزن الحيوانات كمية غير عادية من الطعام استعداداً لشتاء قارس .
- ٥ - إذا أمطرت قبل السابعة فستصفو قبل الحادية عشرة .
- ٦ - إذا كان يوم كاندلماس مشرقاً وصحواً فسيكون هناك شتاءان في السنة .
- ٧ - مفاصل الناس المرضى بالروماتزم تؤلمهم قبل طقس ردىء .
- ٨ - إذا ظلت الأوراق على الشجرة فسيكون الشتاء القادم بارداً .
- ٩ - يتغير القمر والطقس سوياً .
- ١٠ - ما تنبئ به منذ بعيد ، يئى طويلاً ، أما ما تنبئ به منذ لحظة ، فانه ينقضى بسرعة .
- ١١ - إذا كان لون السماء أحمر في المساء ورمادياً في الصباح فأرسل المسافر في طريقه .
- ١٢ - إذا كان لون السماء رمادياً في المساء وأحمر في الصباح فأرسل المسافر مبتلاً إلى المخدع .
- ١٣ - إذا أتى شهر مارس كالأسد ، فانه ينتهى كالحمل .
- ١٤ - دائرة حول القمر معناها مطر .

تجربة ٣٦

هل يمكنك جمع أمثال اضافية عن الطقس ؟

اطلب من كل زميل في فصلك أن يكون مسئولاً في سؤال بعض الناس في المجتمع عن كل أمثال الطقس التي يعرفونها. أضفها إلى الأمثال المذكورة آنفاً. إذا اخترت قائمة أمثال الطقس المذكورة سابقاً والأمثال التي أضفتها فسترى أن بعضاً منها يقوم على مشاهدات بضع سنين . ومثال لهذا النوع المثال « إذا كانت سحب السماء في شكل سمكة الماكيريل ، فانها لن تترك الأرض جافة » . فلما كبريل نوع من السمك ولقد رأيت هذه السحب المرتفعة جداً والتي تعطى السماء مظهر قشر السمك ، وانها لحقيقة علمية معروفة من زمن ، أن تكون هذا السحاب بسبق عاصفة وربما تسقط أمطار في خلال بضع ساعات . فهنا المثل القديم معقول ويمكن الاعتماد عليه للتنبؤ بالطقس .

ومن ناحية أخرى فإن قولهم « يتغير القمر والطقس سوياً » إنما هو محض خرافة .

تجربة ٣٧

كيف تستخدم أمثال الطقس التي جمعتها ؟

قسم قائمة أمثال الطقس إلى قسمين كالآتي :

إذا كنت تعتقد أن المثل له أساس علمي ، اكتب أمام رقمه ح (مختصر حق) . أما إذا كنت تعتقد أنه خرافة بحتة ضع حرف ك (مختصر كذب) أمام رقمه .

اختبر معلوماتك

- ١ - ما مدى صحة التنبؤات المستخرجة من التقويمات الفلكية والطقسية ؟
- ٢ - على أي شيء تعتمد مثل هذه التنبؤات ؟
- ٣ - هل هناك علاقة بين حالة الطقس في يوم ما ، وحالة الطقس في نفس اليوم من السنين السابقة ؟
- ٤ - لماذا تظهر بعض أمثال الطقس صحيحة ويمكن الاعتماد عليها ؟
- ٥ - هل يمكنك اقتراح أي أسباب تجعل الناس دائماً التكهن بحالة الطقس حتى إنهم يطلقون أمثالا عليه ؟

المسألة الثانية - ماذا يسبب هبوب الرياح ؟

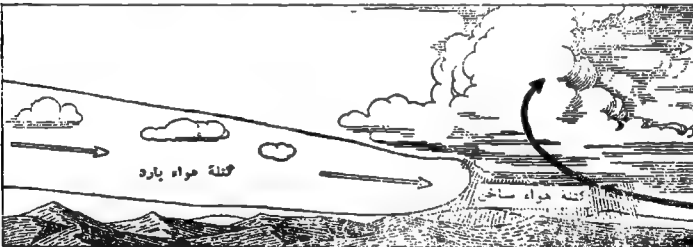
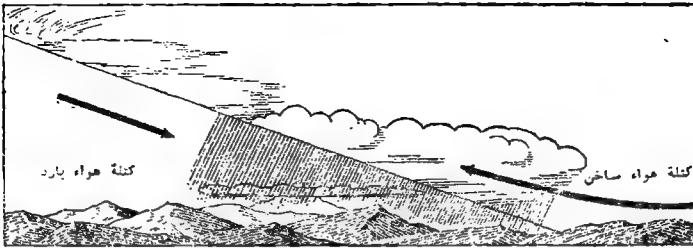
يتناسب الطقس والرياح معاً . ولا بد أنك لاحظت أن الرياح تهب عادة عندما يكون الطقس متغيراً . ففي الصيف تكون الرياح مصحوبة عادة بالعواصف الرعدية . وما النكباء والتورنادو إلا رياح عاصفة شديدة تحدث أضراراً جسيمة . ومع ذلك فإن هناك بعض الرياح التي تمكن من القيام ببعض أنواع الرياضة اللطيفة في فصول خاصة كالتسابق بالمراكب الشراعية والانزلاق على الجليد وتحليق الطائرات الورقية .

الرياح هواء متحرك

هل رأيت الرياح مرة ؟ إنك قد شعرت بها . إنك قد رأيتها تطوح بالأشجار الكبيرة وتعصف بأوراق الشجر أو الجليد . فإذا أقمت في مقاطعة ميدلسكس أو على خليج المكسيك أو على شاطئ الأطلسي ، فانك ترى أضرار عواصف التورنادو والنكباء البالغة ويكون من الخطأ القول بأنك قد رأيت ريحاً ، حيث إن الرياح هو هواء متحرك ، والهواء كالغاز لا يمكن رؤيته . ولذلك فلمعرفة أسباب الرياح يجب أن تدرس الهواء الجوى .

الهواء الجوى

لقد علمت إلى الآن أننا نعيش في قاع محيط عظيم من الهواء الذى يحيط بالكرة الأرضية . ولقد عرف العلماء أن هذا الغلاف الهوائى يمتد إلى أعلى إلى أكثر من مائة ميل ، وأنه مكون من عدة طبقات . وهذه الطبقات ليست متساوية في السمك كما أن الحدود بينها غير منتظمة تماماً . وأنت تعرف إحدى هذه الطبقات وهى المسماة بالتروبوسفير وهى منطقة الهواء القريبة من الأرض والتي تحدث فيها التغيرات الجوية . فالعواصف والسحب والمطر والضباب والبرد والجليد - وكل شئء نسبته للطقس - إنها جميعاً تتكون في التروبوسفير .



(شكل ٣٣) ترحف كتلة من هواء بارد تحت كتلة من هواء أخن وأقل كثافة فيساقط بخار الماء . ويتغير الطقس على طول الجبهة التي تتلامس عندها كتل الهواء .

والتروبوسفير منطقة متقلبة دائماً . فلقد عرفت في علم الجغرافيا عن تيار لبرادور البارد ، وتيار الخليج الساخن اللذين يجريان كالأنهار في المحيط الأطلنطي . ويشبه التروبوسفير المحيط في عدة وجوه ، إذ فيه كتل كبيرة من الهواء التي تهب بانتظام على القارات والمحيطات . ويحدد حركة هذه الكتل الهوائية الهائلة إلى درجة كبيرة نوع الطقس عندنا .

الكتل الهوائية

من أين تأتي الكتل الهوائية ؟ تنشأ بعض الكتل الهوائية في المناطق القطبية وعندما ترحف إلى أسفل على أمريكا الشمالية في فصل الشتاء نشعر بموجة من البرد . وتنشأ كتل هوائية أخرى في المناطق الاستوائية وتكون حارة وسندرس هذه الكتل الهوائية بتفصيل أوفى في أواخر هذا الفصل .

ماذا يسبب تكون الكتل الهوائية في التروبوسفير ؟ قد لا يدور بخلدك أن سبب هذه الكتل الهوائية هو الشمس . فالشمس هي المصدر الذي تستمد منه الأرض طاقتها الحرارية . فتدفع أشعة الشمس الأرض ، والأرض تدفع الهواء الذي فوقها . وعلى كل حال فإن الأرض لا تسخن بانتظام بوساطة الشمس وهذا هو سر حركة الكتل الهوائية في التروبوسفير . فالفرق بين درجتى حرارة منطقتين غير متساويتين في درجة الحرارة يسبب هبوب الرياح .

تجربة ٣٨

كيف تؤثر الطاقة الحرارية على حجم الهواء ؟

ركب سداداً ذا ثقب واحد تنفذ منه أنبوبة زجاجية في فوهة دورق أوزجاجة . وانمر الطرف السفلى للأنبوبة في كوب ماء . سخن الدورق تدريجياً ولاحظ ما يحدث . برد الدورق وانزع السداد والأنبوبة لفترة قصيرة ثم أعد تركيبها مرة أخرى كما كانت وضع قطعة ثلج على الدورق ولاحظ ما يحدث هل هي تجربة يمكن التحكم فيها ؟ هل يترك أى جزء من الهواء ، الدورق إذا سخن ؟ ماذا حدث للهواء داخل الدورق عندما يبرد ؟ وما هو دليلك ؟ وما تأثير الطاقة الحرارية على حجم الهواء ؟

كيف تؤثر الطاقة الحرارية على وزن الهواء ؟

دق مسباراً صغيراً في وسط قطعة من الخشب الرقيق في جسم المسطرة تقريباً . علق المسطرة بوساطة خيط من نقطة تعليق بحيث تكون متزنة . اربط خيطين بقاع حقيبتين من الورق لهما شريط اسكتلندي . وعلق حقيبة مفتوحة عند كل من طرفي المسطرة ويكرنان متزنين بالضبط . سخن الهواء أسفل إحدى الحقيبتين بلطف بوساطة لمب شمع . فإذا يحدث ؟ اترك الهواء يبرد لبضع دقائق ولاحظ ثانية . ماذا يحدث ؟ والآن سخن الهواء في الحقيبة الأخرى فإذا يحدث ؟ هل هذه التجربة يمكن التحكم فيها ؟ ولماذا - علل كلتا الحالتين ؟ ما هو أحسن تعليل لك لما يحدث ؟ اقترح : استخدم نتائج تجربة ٣٨ . ماذا كان رأيك ؟

إذا كانت تجربتك ناجحة فقد لاحظت أن الطاقة الحرارية تسبب تمدد الهواء وبذلك تقل كثافته . ولذلك فإن وزن بوصة مكعبة من الهواء الساخن أقل من وزن بوصة مكعبة من الهواء الأبرد .

تسخين طبقة الجو

مع أن الطاقة الحرارية التي تصل إلى الأرض من الشمس تمر بالطبقة الجوية المحيطة بالأرض ، إلا أنها لا تسخن كثيراً من الهواء مباشرة بل تسخن المساحات الأرضية والمائية على الكرة الأرضية ، وهذه المساحات بدورها تسخن الهواء الذي يعلوها . وبذلك إذا سخنت منطقة أكثر من منطقة أخرى ، فإن الهواء فوق المنطقة الأسخن يكون أسخن من الهواء الذي يعلو المنطقة الأبرد . والسبب في أن المساحات الأرضية تسخن بدرجات متفاوتة هو أن بعض السطوح تعكس الحرارة أكثر من السطوح الأخرى . على العموم فإن السطوح المستوية اللامعة تعكس الحرارة والسطوح الخشنة المعتمة تمتص الحرارة . وبذلك فإن الحقل المحروث القاتم اللون يمتص كمية من الطاقة الحرارية أكثر مما يمتصه سطح جبل أجرد صخري لأنه أملس وفاتح اللون .

وهناك سبب آخر لتسخين الأرض غير المنتظم في كل مكان وهو أن بعض المواد تسخن ببطء أكثر من غيرها . فالماء مثلاً يسخن ببطء أكثر من الأرض ، وبذلك تسخن شواطئ بحيرة ما أسرع من مائها ، وعموماً ، فالمواد التي تسخن ببطء تبرد ببطء ، والمواد التي تسخن بسرعة تبرد بسرعة . ولهذا ترتفع درجة حرارة ماء البحيرات ببطء في الربيع وتبرد ببطء عندما تنخفض درجة الحرارة .

لماذا تهب الرياح ؟

والآن دعنا نركب أن معدل تسخين السطوح يسبب في هبوب الرياح . فالهواء فوق أرض باردة أبرد من الهواء فوق مساحة ساخنة . وبما أن الهواء البارد أكبر كثافة من الهواء الساخن ، فإنه يبدأ في الانخفاض ويتحرك نحو الهواء الساخن الأخف ويدفعه إلى أعلى . وتسمى حركة الهواء الكبيرة هذه بتيار حمل (انظر شكل ٣٤) .



(شكل ٣٤) التسخين والتبريد غير المتساويين للشاطئ والمياه المجاورة يسببان تيارات الحمل التي تكون نسيم البر ونسيم البحر .

والهواء الذي يعلو مساحة ساخنة من الأرض أقل كثافة من الهواء البارد وبذلك يبدى ضغطاً أقل . ومثل هذه المنطقة تسمى بالمنخفض كما أن ، كثافة الهواء فوق مساحة أبرد تكون أكبر ، وبذلك يكون ضغطها أكبر وتسمى مثل هذه المساحة بالمرتفع . والآن يجب أن تفهم لماذا تهب الرياح من المناطق ذات الضغط العالي وتتجه نحو المناطق ذات الضغط المنخفض .

إن نسيم البر ونسيم البحر بالقرب من شاطئ محيط أو بحيرة لثلاث

لتيارات الحمل . فيهب النسيم من الماء إلى الأرض نهاراً ويتغير اتجاهه ليلاً ويهب من الأرض إلى الماء . اشرح السبب ولاحظ كيف تنخفض درجة حرارة الأرض ليلاً في شكل ٣٤ .

قياس ضغط الهواء

كيف يمكن قياس ضغط الهواء ؟ يجذب الهواء إلى أسفل بقوة الجاذبية الأرضية ككل شيء آخر على الأرض . أى إن للهواء وزناً وبذلك يضغط على الأرض . يتغير ضغط الهواء من يوم لآخر وتحدث تغيرات الضغط هذه تغيرات في طقسنا . ولمعرفة كيف تعتمد تغيرات الطقس بتغيرات الضغط الجوى ، يستخدم جهاز ، يسمى البارومتر ، لقياس الضغط الجوى .

تجربة ٤٠

كيف يصنع البارومتر ؟

أقل طرف أنبوبة زجاجية طولها حوالى ٣٤ بوصة بتسخينه في خب . وعندما تبرد الأنبوبة ، املاًها بالزئبق بعناية ، وضع إصبعك على طرفها المفتوح ونكسها في حوض صغير به زئبق . ارفع طرف الأنبوبة قليلاً فوق قاع الحوض وعلقها كما مبين في شكل ٤ في صفحة ٤٥ أما زال الزئبق يملأ كل الأنبوبة ؟ لماذا انخفض ؟ ولماذا لم ينخفض كل الزئبق في الأنبوبة ؟ قس ارتفاع عمود الزئبق من مستوى الزئبق في الحوض إلى مستواه في الأنبوبة . وسجل هذه القراءة بالقراءات بالسنتيمترات .

تجربة ٤١

ما علاقة التغيرات في حالة الطقس بتغير الضغط الجوى ؟

قس ارتفاع عمود الزئبق مرتين يومياً ولفترة أسبوعين . وفي كل مرة تقرأ فيها البارومتر ، سجل رصدات الطقس . وسجل مشاهداتك في جدول كالآتي :

التاريخ	قراءة الصباح	طقس الصباح	قراءة بعد الظهر	طقس بعد الظهر	ملاحظات أخرى عن الطقس
١٢ نوفمبر	٢٩ بوصة	صحو	٢٩ بوصة	توجد سحب	كانت الريح تهب من جهة الغرب
١٣ نوفمبر	٢٩ بوصة	ريح وممطر	٢٩ بوصة	ممطر	أسخن
— ؟ —	— ؟ —	— ؟ —	— ؟ —	— ؟ —	— ؟ —

وبعد انتهاء مدة الرصدات ، ادرس الجدول جيداً واكتب بعناية ما تستنتجه للإجابة على سؤال هذه التجربة .

ولقد عرفت من هذه التجارب أن الضغط الجوى يتزن مع عمود الزئبق فى البارومتر . فإذا زاد ضغط الهواء فانه يدفع زئبقاً أكثر فى الأنبوبة حتى يتزن معه . أما إذا قل ضغط الهواء فان قليلا من الزئبق يخرج من الأنبوبة إلى الخوض وبذلك يمكن قياس ضغط الهواء بارتفاع عمود الزئبق الذى يتزن معه بالبوصات أو السنتيمترات . ويبلغ ارتفاع زئبق البارومتر ٣٠ بوصة تقريباً أو ٧٦ سنتيمترأ عند سطح البحر . ويبلغ الضغط عند سطح البحر حوالى ١٤٧ رطلاً على البوصة المربعة .

يبين شكل ٥ بارومترأ زئبقياً . والبارومترات الزئبقية ليست سهلة النقل ولكن يمكن نقل جهاز من نوع آخر يسمى بارومتر انرويد وبين شكل ٧ بارومتر انرويد بعد نزع غطاءه . وقد فرغ الصندوق المعدنى المستدير ذو التوجات الدائرية من بعض هوائه ثم أحكم لحامه . فإذا زاد ضغط الهواء ، انضغطت سطوح الصندوق إلى الداخل وإذا قل ضغط الهواء تحركت السطوح إلى الخارج وينقل هذه الحركة جهاز دقيق إلى مؤشر يتحرك على تدريج .

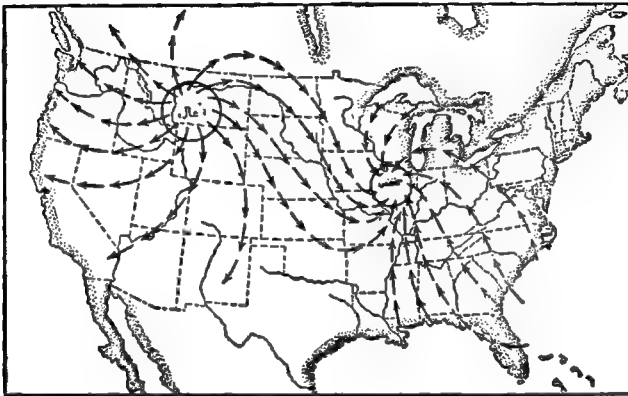
وفى مكتب الأرصاد تسجيلات مستمرة لتغيرات ضغط البارومتر .

ويعمل مثل هذا التسجيل بوساطة الباروجراف الذى يعمل بنفس طريقة بارومتر انرويد إلا أن جهازه يحرك إبرة على شريط بدلا من المؤشر الذى يتحرك على تدريج . ويدار الشريط بآلة ساعة ، وبذلك يمكن الاحتفاظ بتسجيلات البارومتر لمدة أسبوع على شريط واحد .

اتجاه تغيرات الطقس

لماذا تأتى تقلبات الطقس من الغرب ؟ لقد علمت أن المناطق ذات الضغط المنخفض وذات الضغط العالى سببا للتسخين غير المتساوى للهواء . ويرتفع الهواء فوق منخفض حلزونيأ إلى أعلى ويهبط الهواء فوق مرتفع حلزونيأ إلى أسفل . وبهذه المساحات كتل هائلة من الهواء يختلف قطرها من ٤٠٠ إلى ١٠٠٠ ميل .

يرتفع الهواء فوق منطقة ضغط منخفض بالقرب من المركز بينما يتحرك الهواء المحيط به نحو الداخل بحركة حلزونية . وحركة الهواء الحلزونية حول منخفض تكون دائماً في عكس اتجاه حركة عقارب الساعة . ويهبط الهواء فوق منطقة ضغط عال حلزونيأ ومتجهأ نحو الخارج بعيدأ عن المركز في اتجاه عقارب الساعة . وتنشأ الحركة الحلزونية للهواء المتحرك أو الرياح حول المنخفضات والمرتفعات ، من حركة الأرض الدائرية . ادرس شكل ٣٥ .

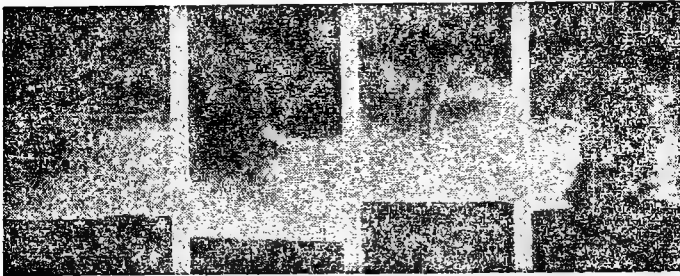


شكل ٣٥) تهب الرياح من مركز منطقة ذى ضغط عال في اتجاه عقارب الساعة متجهة نحو مركز منطقة ذى ضغط منخفض في اتجاه عكس عقارب الساعة .

وتتعرض أمريكا الشمالية للرياح الغربية الشديدة المتكررة التي تهب بانتظام من الغرب نحو الشرق . وتنقل هذه الرياح المنخفضات والمرتفعات في أنحاء البلاد وبذلك تأتي عادة تغيرات الطقس عندنا من جهة الغرب .

رياح التورنادو والنكباء

« التورنادو » عواصف ريجية محلية شديدة تهب فوق الأرض . ويوجد في وسط التورنادو سحابة قمعية الشكل رفيعة تدور حلزونياً بسرعة كبيرة وربما تصل سرعة الوسط الدائر حلزونياً إلى أكثر من مائة ميل في الساعة . وهذا يسبب نقصاً كبيراً في ضغط الهواء داخل السحابة القمعية الشكل . وتحرك التورنادو عادة عبر البلاد من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي بمعدل ٤٠ أو ٥٠ ميلاً في الساعة .



(شكل ٣٦) التورنادو عاصفة ريجية محلية شديدة مصحوبة بسحابة قمعية الشكل مميزة لها .

وتنفجر حوائط المباني التي في طريق السحابة القمعية إلى الخارج أو تطير الأسقف إلى أعلى . ويحدث هذا لأن ضغط الهواء العادي داخل المباني أكبر من الضغط داخل السحابة القمعية . ويبين شكل ٣٦ صورة للتورنادو . وأضرار التورنادو لا تتعدى المساحة التي تغطيها السحابة القمعية وقد يبلغ اتساع هذه المساحة ربع ميل . أما التورنادو فوق الماء فتعرف باسم نافورة مائية .

العواصف النكباء وهي عواصف دوامية كبيرة جداً يبلغ قطرها عادة بضع مئات من الأميال . وتنشأ فوق الماء ، ولكن كثيراً ما تتجه نحو المناطق

الأرضية مسببة أضراراً جسيمة . والنكباء تشبه التورنادو في أن لها حركتين : احداً دوامية ، والأخرى تقدمية إلى الأمام . وربما تسبب الحركة الدوامية رياحاً تزيد سرعاتها على مائة ميل في الساعة . أما الحركة التقدمية فعادة تختلف سرعاتها من خمسة إلى ثلاثين ميلاً في الساعة .

اختبر معلوماتك

- ١ - لماذا تكون المعرفة بالرياح هامة في التنبؤات عن حالة الطقس ؟
- ٢ - لماذا يكون البارومتر جهازاً مهماً في مكتب الأرصاد ؟
- ٣ - لماذا يتغير ضغط البارومتر من يوم لآخر ؟
- ٤ - في أى غرض يستخدم متسلقو الجبال البارومتر ؟
- ٥ - كيف يعمل البارومتر الزئبقى ؟
- ٦ - كيف يعمل بارومتر انرويد ؟
- ٧ - لماذا يهب النسيم عند الشاطئ في اتجاه واحد أثناء النهار وفي الاتجاه المضاد ليلاً ؟
- ٨ - اشرح طريقة عمل الباروجراف .
- ٩ - لماذا تحتوى الطائرات على بارومترات انرويد ؟
- ١٠ - اشرح الفرق بين التورنادو والنكباء ؟
- ١١ - يقال إن الرياح تهب عادة من مرتفع إلى منخفض . فلماذا ؟

المسألة الثالثة - كيف يؤثر بخار الماء في الهواء على حالة الطقس ؟

بخار الماء في الهواء

عرفت في فصل سابق أنه يوجد دائماً بعض بخار الماء في الهواء . وأن الهواء الساخن سعته المائية أكبر من الهواء البارد . فإذا برد هواء ساخن مشبع ، تبريداً كافياً فإن بعض بخار الماء يتكثف ويكون الندى ، والضباب والسحب والمطر والصقيع أو الجليد . وسيوضح لك ذلك شكل ٣٧ .

الآنية ١ ، ب ، ج ، د تمثل كميات الماء التي بالهواء في درجات حرارة

مختلفة فمثلاً ١ يمثل درجة حرارة أعلى من د . افترض أن الرطوبة النسبية ٧٥

في المائة في يوم معين عندما كانت درجة الحرارة

مرتفعة . فهذا يدل على أن كمية الماء التي بالهواء هي

٧٥ في المائة من الكمية التي تشبعه . ويمثل الإناء ١ هذه

الحالة ؛ أى إن ٧٥ في المائة فقط منه مملوء بالماء . فإذا

انخفضت درجة حرارة الهواء الآن ، فتقل كمية الماء

التي يستطيع حملها الهواء ويمثل الإناء ب هذه الحالة .

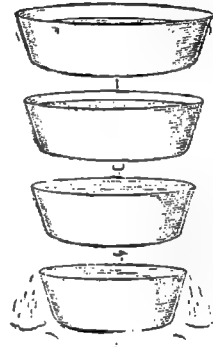
ففي الحقيقة كمية الماء واحدة وتكون كما لو صببنا

الماء الذي في الإناء ١ في الإناء ب . وبما أن الإناء ب

أصغر من الإناء ١ فيمتلئ الإناء ب أكثر من الإناء ١

بنفس الحجم من الماء . وعندما يحدث هذا في الهواء

نقول إن الرطوبة النسبية قد زادت .



(شكل ٣٧) تختلف السعة المائية

للهواء باختلاف درجة الحرارة

وتعطر إذا كان هناك بخار ماء

أكثر مما يشبع الهواء .

وإذا استمر تبريد الهواء ، تقل سعته المائية . وعندما تنخفض درجة

الحرارة إلى الدرجة التي يحتوي عندها الهواء على الكمية التي يمكنه حملها ،

يقال إن الهواء أصبح مشبعاً . ويمثل الإناء ج حالة التشبع . وتسمى درجة

الحرارة التي عندها يتشبع الهواء بنقطة الندى . وإذا برد الهواء تحت نقطة

الندى ، يتكثف بعض بخار الماء كما ينسكب الماء الزائد في الإناء د .

تجربة ٤٢

ما هي نقطة الندى للهواء الذي في حجرتك الدراسية ؟

املاً ثلثي كأس معدنية لامعة كتلك التي تستعمل في القياسات والتي

تصنع من الألومنيوم ، املاًها بالماء البارد . وخفض درجة حرارة الماء

ببطء وذلك بإضافة كميات صغيرة من قطع الثلج . قلب الثلج والماء باستمرار

بوساطة ترمومتر ولاحظ جيداً السطح الخارجى للكأس من حين لآخر . اقرأ

الترمومتر في اللحظة التي يبدأ فيها تكثف بخار الماء على السطح الخارجى للكأس ،

فتكون هي نقطة الندى للهواء الذي في حجرتك الدراسية .

يخرج بخار الماء من الهواء

يخرج بخار الماء من الهواء في عدة صور مثل السحب والضباب والمطر والجليد والصقيع والندى والبرد والمطر الجليدي . دعنا نر ما هي أسباب هذه الصور المختلفة من التكثف ؟ ولنفرض أننا بدأنا بالضباب الذي هو عبارة عن سحب متكون بالقرب من الأرض . وهو مكون من دقائق مائية صغيرة . وفي الحقيقة أن الماء المتكثف الذي تراه من التنفس في صباح بارد ، ما هو إلا ضباب صغير . فما عرفت ترى أن السحاب أو الضباب تكوّن ؛ لأن بخار الماء في الهواء يبرد تحت نقطة الندى . والسؤال الآن هو : « كيف يبرد الهواء تحت نقطة الندى ؟ » .

بينما يرتفع الهواء الساخن المحمل ببخار الماء في منطقة ضغط منخفض ، فإن الضغط عليه يقل تدريجياً لأن ضغط الهواء يقل كلما زاد الارتفاع ويسبب هذا تمدد الهواء . ودعنا الآن نر كيف يؤثر التمدد على الهواء .

تجربة ٤٣

كيف يؤثر التمدد على الهواء ؟

اطرد قليلاً من الهواء من إطار عجلة سيارة أو دراجة وضع إصبعك في تيار الهواء الخارج . ما درجة حرارة الهواء أثناء خروجه ؟ هل تمدد الهواء ؟ كيف يؤثر التمدد على الهواء ؟

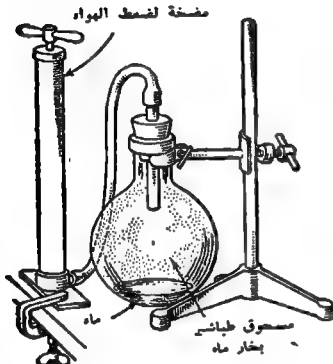
كان الهواء مضغوطاً داخل الإطار في حيز صغير وعندما سمحت له بالخروج ، تمدد أو انتشر . وعندما يتمدد الهواء تمدداً كافياً لتبريد بخار الماء تحت نقطة الندى ، يتكون سحاب . دعنا نعمل سحابة بهذه الطريقة .

تجربة ٤٤

كيف تكون سحابة باستخدام تمدد الهواء ؟

نظف جيداً دورقاً كبيراً أو زجاجة لبن وصب فيها قليلاً من الماء الساخن ورش قليلاً من مسحوق الطباشير في الهواء الذي يعلو الماء . أدخل

أنبوبة زجاجية طولها حوالى أربع بوصات فى سداد مطاطى ذى ثقب واحد يحكم جيداً فتحة الدورق . صل الأنبوبة الزجاجية بمضخة دراجة أو سيارة عادية بواسطة أنبوبة مطاطية . وأحكم غلق الدورق بالسداد وأمسكها بينما يضغط زميلك هواء فى الدورق . وبعد ما يزداد الضغط داخل الدورق دع السداد تقذف بعيداً . فماذا حدث ؟ إذا لم تحصل على ضباب فأضف قليلا من الكحول إلى الماء . هل تمدد الهواء ؟ هل برد التمدد الهواء تحت نقطة الندى ؟



(شكل ٣٨) يبرد التمدد المفاجئ الهواء إلى درجة أقل من نقطة الندى ويسبب تكثف بخار الماء.



(شكل ٣٩) سحب ركامية . لاحظ التركيب الشبيه بالقطن .



(شكل ٤١)

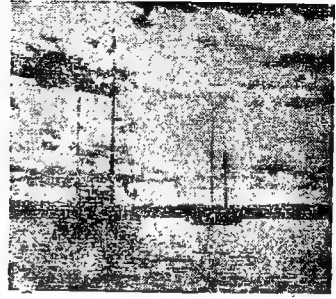
سحب مزينة . لاحظ الكتل الداكنة .



(شكل ٤٠) سحب زغبية . لاحظ الشكل القشبي ؟



(شكل ٤٣) سحب طبقية عالية . تكون السحب يكون عادة باتحاد سحبتين سفليتين



(شكل ٤٢) سحب طبقية . لاحظ الطبقات

صور السحاب

دراسة السحب ممتعة وهي تساعدنا على التنبؤ بحالة الطقس . وصور السحاب الأكثر شيوعاً مبيّنة في الخمس الصور السابقة :

فالسحب الركامية وهي الكتل الضخمة البيضاء التي ترى عادة في الصيف ، والسحب الزغبية وهي رفيعة تشبه القش وتكون في الطبقات العليا ، والسحب المزنية وهي الثقيلة الداكنة المصحوبة بالعواصف . والسحب الطبقيّة وهي التي تظهر كأنها في طبقات .

المطر والجليد

يمكن تبريد الهواء بطرق أخرى غير تمدده . فيتكون الضباب الكبير تجاه شاطئ نيو فونلاند عندما تتلامس كتل هوائية ساخنة آتية من الجنوب مع كتل هوائية أبرد آتية من الشمال ومتجهة نحو الجنوب .

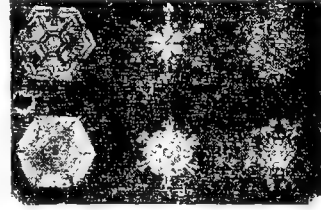
وعندما يبرد الهواء تحت نقطة الندى ، فربما تتجمع قطرات الماء وتسقط على شكل مطر . وإذا كانت نقطة الندى أقل من درجة تجمد الماء التي هي ٣٢° ف ، فيأخذ بخار الماء شكل بلورات من الجليد . وبلورات الجليد سداسية الأوجه عادة ولكن ربما تأخذ أشكالاً مختلفة . انظر شكل ٤٤ .

الندى والصقيع

يتكون الندى والصقيع بالقرب من الأرض وربما قد سمعت التعبير :
« لقد سقط الندى » ولكن الندى لا يسقط بل يتكون على أجسام قريبة من

سطح الأرض . فترد الأرض تدريجياً بعد غروب الشمس وبذلك يبرد الهواء القريب من الأرض بسرعة إلى تحت نقطة الندى .

ويتكثف بعض بخار الماء الذي يحمله على هيئة ندى على الحشائش والأجسام الأخرى وتنخفض نقطة الندى أحياناً أثناء العام عن درجة تجميد الماء وبذلك يتكثف بخار الماء

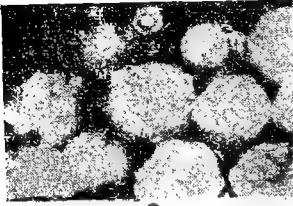


(شكل ٤٤) لا تشابه بلورتان من بلورات الجليد مع أنها كلها ذات ستة أوجه .

في الهواء على هيئة صقيع ، أى إنه يتغير من الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة بدون أن يصبح سائلاً ، وعلى ذلك فليس الصقيع ندى متجمداً .

كيف يتكون البرد

نرى أحياناً البرد في الصيف . إذا قطعت مقطعاً في قطعة من البرد فسترى أنها مكونة من طبقات كالمبينة في شكل ٤٥ . والبرد هو مطر



(شكل ٤٥) قطع البرد هي قطرات مائية تجمدت في طريقها عبر الجو وتحتوى على طبقات من الجليد

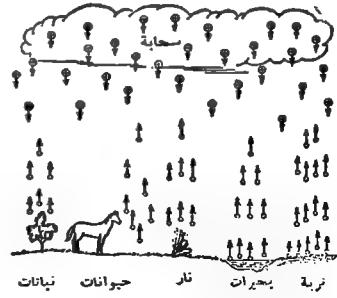
متجمد ويتكون عندما تمر قطرات المطر في طريقها إلى الأرض ، خلال طبقة من الهواء درجة حرارتها أقل من درجة التجمد . وهنا تتجمد قطرات المطر إلى قطع صغيرة ، التى ربما تقع وسط تيار هوائى ساخن صاعد فيتسبب في إسالة سطوحها وربما تجمع كمية إضافية من بخار الماء . وعندما تسقط ثانياً

خلال الهواء الأبرد، تتجمد عليها طبقة أخرى من الثلج . وربما تتكرر هذه العملية عدة مرات قبل أن تصل قطع البرد إلى الأرض . وربما يصل حجم قطع البرد إلى حجم كرة التنس .

دورة الماء

لقد عرفت كيف يتسرب الماء في الهواء وكيف يخرج منه . وربما فكرت أن الماء في الطبيعة يمر في دورة مستمرة ، تعرف بدورة الماء . ادرس شكل ٤٦ .

الهواء البارد الجاف أكبر كثافة من الهواء الساخن المحمل ببخار الماء ، وينخفض إلى أسفل نحو الأرض . وعندما يمس الأرض الساخنة فإنه يسخن وتزداد سعته المائية . ويأخذ الهواء المسخن عند مروره فوق الأجسام المائية كميات هائلة من بخار الماء التي تتبخر من المحيطات والبحيرات والأنهار . ويبتدىء هذا الهواء الساخن المحمل ببخار الماء في الارتفاع ويبتدىء في التمدد



(شكل ٤٦) يمر الماء في الطبيعة بحالات من التكثف والتبخر .

عندما يدفع بالهواء الأبرد النازل وتنخفض درجة حرارته نظراً لتمدده . وعندما يبرد الهواء إلى درجة أقل من نقطة الندى ، فإن بخار الماء يتكثف إلى سحب ، وإذا استمرت عملية التبريد فتتكثف كمية أخرى من بخار الماء وتسقط طبعاً إلى الأرض على شكل مطر . وربما يبدأ الهواء الجاف البارد الآن في التحرك ثانية إلى أسفل نحو الأرض .

اسقاط المطر

هل يمكن إنزال مطر ؟ هناك معتقدات قديمة بين بعض قبائل الهنود أن بعض الطقوس الدينية تسبب سقوط الأمطار على الأرض وقد أخفقت كل محاولة للحصول على أمطار بقذف مفرقات في الهواء . وعلى كل حال فقد ابتداء العلماء حديثاً في الدراسة العميقة لتكوين سحب ممطرة يتكثف بخار مائها عند بذر قطع صغيرة من الثلج الجاف (ثاني أكسيد الكربون الصلب) فيها من طائفة ، لأن الثلج الجاف بارد جداً (حواى - ١٠٩ ° ف) وبذلك



(شكل ٤٧) جهاز يستخدم لتكوين
السحب للحصول على أمطار .

يسبب تكثف بخار الماء في السحاب . وقد
أمكن بذلك تكوين عواصف ثلجية
وعواصف ممطرة على مساحات صغيرة .
ومن الممكن أيضاً أن نبذر سحب الأمطار
بمركب كيموى يسمى يودور الفضة
ويبين شكل ٤٧ الجهاز المستخدم لبذر
السحب للحصول على سحب ممطر .

مختبر معلوماتك

- ١ - عرف الرطوبة النسبية ، نقطة الندى ، تشبع ، تبخر ، تجمد ، تكثف .
- ٢ - اشرح كيف يمكن للهواء أن يبرد إلى درجة أقل من نقطة الندى .
- ٣ - لماذا يتكون الصقيع على السطح الداخلى لألواح النوافذ الزجاجية
في الأيام الباردة جداً ؟
- ٤ - ما سبب الأمطار ؟ وكيف يتكون الجليد ؟
- ٥ - يبرد الماء في بعض البلاد الاستوائية بوضعه في حقائب من الكتان
تسمح لجزء منه بالرشح منها إلى الخارج . فلماذا يبرد هذا الماء ؟
- ٦ - اشرح تكون الندى .
- ٧ - اشرح كيف يتكون البرد .
- ٨ - هل يسقط الندى ؟ وضح ذلك .
- ٩ - اشرح دورة الماء في الطبيعة .
- ١٠ - صف أنواع السحب الأربع .

المسألة الرابعة - كيف يمكن التنبؤ بتغيرات الطقس ؟

يوجد بمحطة الأرصاد أجهزة عديدة لجمع المعلومات عن الطقس
ولقد رأيت أن الباروجراف يسجل باستمرار ضغط الهواء ، وأن السيكرومتر
يقيس الرطوبة النسبية ، ويبين ترمومتر النهاية العظمى والصغرى أقصى وأقل



(شكل ٤٨) يمكن قراءة أقصى وأقل درجات حرارة وصل إليها الجو في فترة زمنية بواسطة ترمومتر النهاية العظمى والصغرى

وللأنيمومتر عادة كئوس معدنية متصلة بقضبان متقاطعة تدور إذا هبت ريح . ومتصل بجهاز ، داخل محطة الأرصاد ، يسجل سرعة الرياح بالأميال في الساعة .

وتقاس كمية المطر بمقياس المطر (شكل ٥٠) ويتركب من إناء أسطواني

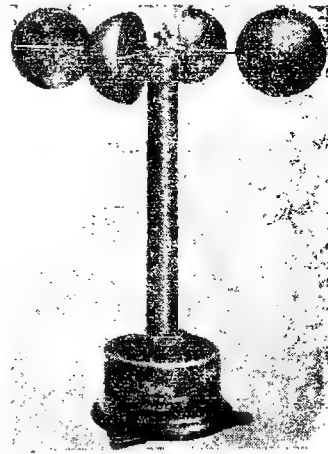


قطره ٨ بوصات وارتفاعه ٢٠ بوصة وقمته على شكل قمع . تنساب مياه المطر الساقطة على أنبوبة طويلة . ثم تقاس كمية الماء بها بالبوصات بواسطة مسطرة . ويوضع مقياس المطر في أغلب محطات الأرصاد الجوية على السطح ، وله جهاز أوتوماتيكي يسجل قراءته داخل المحطة .

ويقاس معدل سقوط الجليد بطريقة مماثلة لطريقة قياس معدل سقوط

درجة حرارة وصل إليها الجو في فترة معينة . والأنبوبة في هذا الترمومتر ملتوية أي ذات شعبتين ويوجد في كل شعبة مؤشر صغير من الصلب يطفو فوق الزئبق ويقف أحد المؤشرين عند أقصى درجة حرارة وصل إليها الهواء في يوم بينما يقف الآخر عند أقل درجة حرارة . ويهيا الترمومتر للعمل ثانياً بتحريك المؤشرين ثانياً إلى الزئبق بوساطة مغناطيس .

وتقاس سرعة الرياح بوساطة الأنيمومتر المبين في شكل ٤٩ .



(شكل ٤٩) يستخدم الأنيمومتر في قياس سرعة الرياح بالأميال في الساعة .

المطر الساقطة على التجمع إلى أنبوبة طويلة . ثم تقاس كمية الماء بها بالبوصات بواسطة مسطرة . ويوضع مقياس

المطر في أغلب محطات الأرصاد الجوية على السطح ، وله جهاز أوتوماتيكي يسجل قراءته داخل المحطة .

ويقاس معدل سقوط الجليد بطريقة مماثلة لطريقة قياس معدل سقوط

المطر إذ يجمع الجليد في مكان لا تؤثر عليه الرياح . وينقل مقياس الجليد إلى الداخل بعد انتهاء سقوط الجليد ، حيث يذاب الجليد ثم يقاس بعد ذلك ارتفاع الماء بالبوصات .

تجربة ٤٥

كيف يمكنك تسجيل حالة الطقس باستمرار ؟

أحضّر أكبر كمية على قدر استطاعتك من أجهزة قياس حالة الطقس ، السابق شرحها وابدأ بأخذ الرصدات مرتين يومياً ، مرة في حوالى الساعة التاسعة صباحاً والأخرى حوالى الساعة الرابعة بعد الظهر ، وسجل رصداتك في جدول كالآتي وعلقه في لوحة الإعلانات .

رصدات الطقس وتنبؤاته

التاريخ	الزمن	الدرجة	الرطوبة النسبية	قوة الريح	الاتجاه	نوع السحاب المتكون	حالة السماء	التنبؤ
١٠ يناير	٩ صباحاً	٤٠°ف	٤٢٪	٧٥	شمالى	طبقيّة	غمام جزئى	رياح
	٤ مساءً	٤٤°ف	٤٦٪	٧٥	شمالى غربي	طبقيّة	غمام	

إذا استطعت المساهمة في الحصول على خريطة الطقس اليومية ، فستجدها معيناً كبيراً في عمل الرصدات والتنبؤات . أما إذا لم تستطع الحصول عليها فيمكنك الاستعانة بالخريطة المنشورة في الجرائد .

خريطة الطقس اليومية

تصدر خريطة الطقس في واشنطن ، د . ث . وهي تلخص المعلومات التي وصلت لتغرافياً إلى المكتب الجوى من رصدات أخذت مرتين يومياً في عدة أماكن وفي نفس الوقت . وهي تبين لأول وهلة حالة الطقس في جميع

أنحاء البلاد . دعنا نختبر خرائط الطقس في صفحات ١٣٣ ، ١٣٤ ، ١٣٦ التي عملت في ثلاثة أيام متتالية .

قبل أن نتمكن من قراءة خريطة الطقس ، يجب أن نعرف الرموز المختلفة المستعملة فيها . فيرمز لكل محطة يجري فيها رصدات ، بدائرة وتعرف بدائرة المحطة . ويمكنك استنتاج حالة الطقس العامة عند أى نقطة وذلك بالنظر إلى الدائرة ثم الاستعانة بالجدول الموجود في ركن الخريطة السفلى جهة اليسار . ومعظم الصحف لها نفس الرموز لـ : الجو الصافى ، به سحب ، مطر ، جليد ، ولكن ربما تختلف قليلاً رموزها للحدود .

الرمز	نسبة السماء المغطاة بالسحب	مقياس رمزى لسرعة الرياح
○	لا توجد سحب (الرقم صفر غير مكتوب على الخريطة)	الرمز
①	١ أقل من عشر	○ هادئ
②	٢ عشر	○ — ١
③	٣ من عشرين إلى ثلاثة أعشار	○ — ٤
④	٤ من أربعة إلى ستة أعشار	○ — ٨
⑤	٥ من سبعة إلى ثمانية أعشار	○ — ١٢
⑥	٦ تسعة أعشار	○ — ١٨
⑦	٧ أكثر من تسعة أعشار لكن بفتحات	○ — ٢٤
●	٨ عشرة أعشار أو كلها مغطاة	○ — ٢٥
⊗	٩ السماء مظلمة	○ — ٢٨
		○ — ٣٩
		○ — ٤٧
		○ — ٥٥
		○ — ٦٤
		○ أكثر من ٧٥

ويمكن معرفة كمية السحب عند أى محطة باستخدام الجدول السابق ، والاتجاه الذى تهب منه الرياح موضح بخط متصل بدائرة المحطة . ويوجد في طرف الخط علامة أو أكثر للدلالة على السرعة التى تهب بها الرياح . فمثلا يدل الرمز مـ على أن الرياح تهب من الشمال الغربى بسرعة تتراوح بين ١٩ ، ٢٤ ميلافى الساعة . ويمكن معرفة سرعة الرياح بالاستعانة بالجدول السابق .

ويمكن تمييز حدود كتل الأنواع المختلفة من الهواء بالطريقة الآتية :

الحدود والكتل الهوائية

يسمى الحد الفاصل بين كتلتين مختلفتين من الهواء جبهة ويحدث غالباً تغيرات في الطقس إذا تحركت هذه الجبهات ، وتوضع علامات نصف دائرية و/ أو مثلثة على الخطوط التي تمثل الجبهات لتحديد نوع الجبهة . ففي الجانب الذى توضع فيه العلامات يدل على اتجاه الحركة . ويسمى الحد الفاصل بين هواء بارد نسبياً آت من القطب ، متقدم نحو مساحة ذات هواء أسخن آت من المنطقة الاستوائية ، يسمى جبهة باردة ، كما يسمى الحد الفاصل بين هواء ساخن نسبياً متقدم نحو مساحة بها هواء أبرد ، بجبهة ساخنة . ويسمى الخط المحدد لجبهة باردة غطت جبهة ساخنة ، بجبهة امتصاص . ويسمى الفاصل بين كتلتين هوائيتين الذى يظهر في لحظة الرصد ميلاً للتقدم نحو الكتلة الساخنة ، أو الكتلة الباردة ، بجبهة ساكنة . وتعرف حدود الكتل الهوائية باسم جبهات سطحية عندما تتقابل في مستوى سطح الأرض : وباسم جبهة هواء علوية عندما لا تتقابل في مستوى سطح الأرض . وترسم الجبهات السطحية بخطوط سوداء متصلة ، وترسم الجبهات المرتفعة عن سطح الأرض بخطوط عادية بدون تظليل .

ويبين الجدول التالى رموزاً للجبهات والأقسام الدالة على اتجاه حركاتها .

	جبهة ساخنة (سطحية)		جبهة باردة (سطحية)
	جبهة باردة (سطحية)		جبهة باردة (سطحية)
	جبهة امتصاص (سطحية)		جبهة ساكنة (سطحية)

وتأتى الكتل الهوائية ، التى تهب على الولايات المتحدة ، من عدة أماكن ويمكنك معرفة مصدر كتلة هوائية باستخدام الإرشادات الآتية :

الكتل الهوائية مقسمة على حسب أصلها وصفاتها المميزة لها . فمثلاً يدل الحرف ق (قطبي) على هواء بارد نسبياً آت من المناطق الشمالية ، كما يدل الحرف ل (استوائى) على هواء ساخن نسبياً آت من المناطق الجنوبية . والحروف التى تسبق الحرفين ق ، ل تدل على بحرى (ب) أو قارى (ق) والهواء البحرى

مشبع نسبياً ببخار الماء أما الهواء القارى فهو جاف نسبياً . والحروف التى تلى الحرفين و ، إ تبين أن كتلة الهواء أبرد (ك) أو أسخن (و) من السطح الذى تتحرك عليه . وتدل علامة (+) بين رمزى كتلتين من الهواء ، بأن الكتلة الهوائية مختلط بعضها ببعض ، كما أن سهماً (-) بين رمزين يدل على انتقال كتلة هوائية ونحوها من نوع إلى آخر . وتدل كتابة رمزى كتلتين هوائيتين فوق بعضهما وبينهما خط على أن إحدى الكتل الهوائية تعلو الأخرى على الأفاعات منخفضة . وتتكون رموز الكتل الهوائية من الأحرف الآتية :

ب = بحرى ، و = قارية ، سه = شمالية
 ق = قطبية ، م = مدارية ، م = محورية
 ع = علوية (كتلة من هواء جاف ساخن آت من الطبقات العليا)
 ك = أبرد ، و = أسخن من السطح الذى يتحرك فوقه .

تجربة ٤٦

كيف تقرأ خريطة الطقس ؟

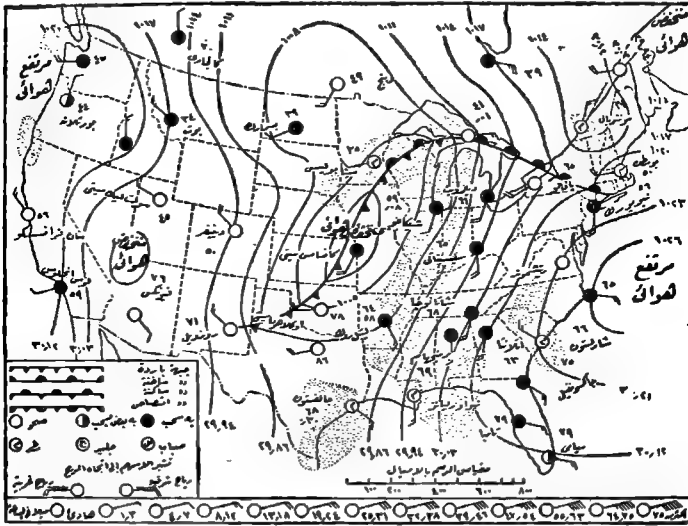
والآن ادرس جيداً إحدى خرائط الطقس وتعلم كيف تتعرف على جميع العلامات المختلفة التى تجدها :

- ١ - عين موضع المكان الذى به مرتفع .
- ٢ - عين موضع المكان الذى به منخفض .
- ٣ - عين المنطقة التى بها تكثف وحدده كمطر أو جليد أو ضباب أو غيره .
- ٤ - كيف تهب الرياح حول المناطق ذات الضغط المنخفض ؟
- ٥ - كيف تهب الرياح حول المناطق ذات الضغط العالى ؟
- ٦ - حدد جهة كتلة هواء بارد . من أين أتت ؟
- ٧ - حدد جهة كتلة هواء ساخن . من أين أتت ؟
- ٨ - حدد جهة كتلة هواء ساكن . من أين أتت ؟
- ٩ - حدد على قدر المستطاع كلا من : مكان صحو ، به سحب ، به بعض السحب ، ممطر ، به جليد .
- ١٠ - أوجد اتجاه وسرعة الريح فى أماكن عديدة .

تجربة ٤٧

كيف تتحرك المنخفضات والمرتفعات من يوم لآخر ؟

حدد منطقة ذات ضغط منخفض على خريطة الطقس لليوم الأول وكذلك حدد نفس المنخفض على خرائط الأيام التالية . كرر نفس العمل على منطقة ذات ضغط عال . وحدد أيضاً جبهة باردة على الخريطة الأولى وحددها نفسها على الخرائط التالية . كيف تتحرك المناطق ذات الضغط المنخفض والمناطق ذات الضغط المرتفع من يوم لآخر ؟ وكيف تتحرك الجبهة الباردة من يوم لآخر ؟



(شكل ٥١) خرائط جوية لثلاثة أيام متتالية .

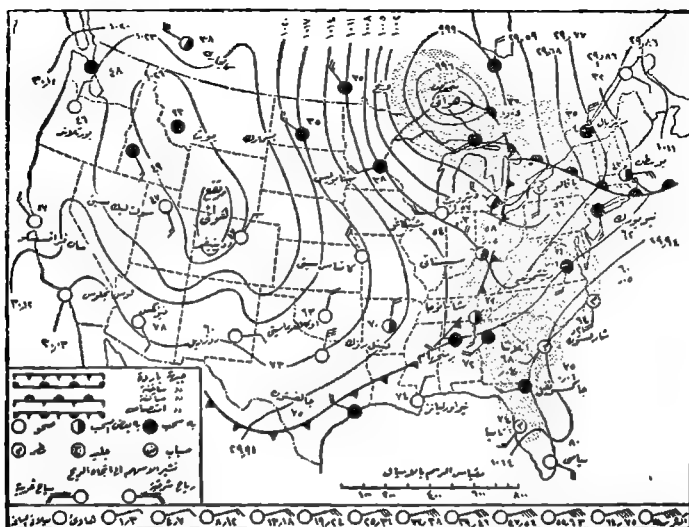
عرفت من دراستك لخرائط الطقس أنه يكتب كلمة « مرتفع » للمنطقة ذات الضغط المرتفع ، كما يكتب كلمة « منخفض » للمنطقة ذات الضغط المنخفض . وقد لاحظت أن مجموعة من خطوط متصلة تحيط بكل منطقة من هذه المناطق ، وتسمى هذه الخطوط بخطوط تساوى الضغط (ايسوبارز) وهي خطوط تصل الأماكن التي لها نفس الضغط عند سطح البحر . وتجد

عددًا في نهاية كل خط مثل ١٠١١ ، ١٠١٧ أو ١٠٢٠ وهو يدل على الضغط على طول الخط مقدراً بالملي بارات .

والملي بار هو وحدة الضغط يستخدمها مكتب الأرصاد ، ٣٤ ملي بار تساوي بوصة واحدة من الزئبق تقريباً . وعندما تسمع من الراديو أن « قراءة البارومتر ٣٠ » فهذا معناه ٣٠ بوصة من عمود الزئبق وتساوي ١٠١٦ ملي بار على خريطة الطقس .

ابدأ من مركز منطقة ضغط منخفض ولاحظ ضغط كل من ايسوبار تالي إلى أن تصل إلى مركز مرتفع . هل لاحظت أن الضغط يزداد بانتظام من المركز المنخفض إلى المركز المرتفع؟ وبذلك يكون ضغط الهواء أقل ما يمكن عند مركز منخفض وأكبر ما يمكن عند مركز مرتفع .

وربما تجد خطوطاً منقطة ، على بعض خرائط الطقس ، مكتوباً عند طرفيها درجات حرارة ، تسمى هذه الخطوط بخطوط تساوي درجة الحرارة (ايسوثرم) وتصل الأماكن التي لها نفس درجة الحرارة .



كذلك أوضحت دراستك لخريطة الطقس أن مناطق الضغط المنخفض

ومناطق الضغط المرتفع تتبع بعضها البعض بالتناوب وتعبّر البلاد من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرق لأننا في مهب الرياح الغربية . ويفسر هذا أيضاً لماذا تأتي تغيرات الطقس من جهة الغرب . وتتبع المرتفعات والمنخفضات طرقاتاً عبر البلاد معروفة بدقة .

ظروف الطقس في مناطق الضغط المرتفع وفي مناطق الضغط المنخفض

تجربة ٤٨

كيف يختلف الطقس في مناطق الضغط المرتفع وفي مناطق الضغط المنخفض ؟

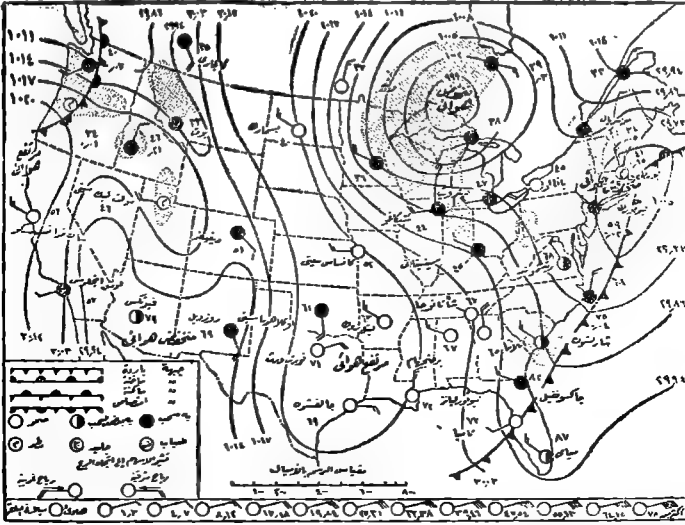
حدد على الأقل منطقتين من مناطق الضغط المنخفض وادرس جيداً ظروف الطقس عند إحدى المحطات المرسومة أو أكثر وانظر هل تستطيع أن تعرف بوجه عام نوع الطقس المصاحب لمنخفض . كذلك حدد بعضاً من مناطق الضغط المرتفع وكرر نفس العملية . ما نوع الطقس المصاحب لمنطقة ضغط منخفض ومنطقة ضغط مرتفع ؟

ستبين دراستك أن مناطق الضغط المنخفض تسبب عموماً طقساً به سحب ومطر وجليد بينما تسبب في مناطق الضغط المرتفع عادة سماء صافية وطقساً صحواً أبرد . هل يمكنك اقتراح تعليل لهذا مستعيناً بما تعلمته في هذا السؤال والسؤالين السابقين له ؟

إذا كان تعليلك صحيحاً ، فلا بد أن تكون قد اقترحت أن مناطق الضغط المرتفع تكون لها الخواص المميزة الآتية :

- ١ - هواء أبرد .
 - ٢ - يدور الهواء حلزونيّاً إلى أسفل في اتجاه عقرب الساعة .
 - ٣ - يزداد الضغط أثناء تحرك الهواء إلى أسفل ، فيسخن ، ويزداد تبعاً لذلك سعته المائية وبذلك يصاحب مناطق الضغط المرتفع عادة طقس أبرد وأصفى .
- وبالنسبة لمناطق الضغط المنخفض ، لا بد أن يشمل تعليلك الآتي :
- ١ - هواء ساخن وأقل كثافة .

- ٢ - يدور الهواء حارزانياً إلى أعلى في اتجاه عكس عقارب الساعة .
- ٣ - يحمل الهواء الساخن كمية من بخار الماء أكبر مما يحمله الهواء الأبرد .
- ٤ - يتمدد الهواء الآخذ في الارتفاع عندما يصل إلى ارتفاعات كبيرة .
- ٥ - يبرد تتمدد الهواء إلى درجة حرارة أقل من نقطة الندى ، مكوناً السحب وربما يتكون مطر أو جليد .
- ٦ - يصاحب مناطق الضغط المنخفض عادة طقس عاصف مملوء بالسحب .



كيف تعمل خريطة الطقس

يوجد المركز الرئيسي لمصلحة الأرصاد الجوية الأمريكية في واشنطن د . ث . وتؤخذ الرصدات الجوية أربع مرات يومياً على الأقل في مئات من المحطات في جميع أنحاء أمريكا الشمالية . كما تؤخذ أيضاً في البحر عن طريق سفن خاصة تجوب مناطق معينة وتبلغ رصدات الطقس . وتعمل خريطة الطقس من الرصدات المأخوذة في الساعة السابعة والنصف صباحاً على حسب التوقيت الشرقي . وتشمل الرصدات المأخوذة في كل محطة على اتجاه وسرعة الرياح ، الطقس الحالي والذي سيحدث قريباً والكمية المتكثفة من المطر أو الجليد ، درجة الحرارة ونقطة الندى ومدى الرؤية والسحب والضغط الجوي وتغيراته خلال الثلاث الساعات الأخيرة .

وترسل هذه الرصدات إلى مكتب الأرصاد بواشنطن بالتلغراف والراديو ، وتسجل معلومات كل محطة على خريطة كبيرة وترسم خطوط تساوى الضغط وخطوط تساوى درجة الحرارة ، كما تحدد الجهات المختلفة ، وكذلك تعيين مناطق التكثف . ويستنتج من هذه المعلومات تنبؤات الطقس للأربع والعشرين الساعة القادمة لمناطق البلاد المختلفة . وكذلك يعمل لوح لطبع خريطة الطقس من هذه الرصدات . وفى خلال عدة ساعات تكون خريطة الطقس المطبوعة فى طريقها إلى أكثر من ألف وستمائة مركز للتوزيع . ولصالحه الأرصاد أيضاً مراكز تنبؤات مساحية فى سان فرانسيسكو ونيويورك ومدينة كنساس ونيو أورليانز وبوسطن وشيكاغو .



رصدات الطقس فى الطبقات العليا

سبق أن شرحنا كيف نحصل على المعلومات الجوية عند سطح الأرض . وبالنسبة لتقدمنا السريع فى الطيران ، ازدادت أهمية الملاحظات الدقيقة والتنبؤ بحالات الطبقات العليا الجوية . ويجب على كل قائد طائرة أن يعرف حالات الطقس من نقطة إلى أخرى على طول الطريق أثناء طيرانه .

وتستخدم البالونات الجوية للحصول على معلومات جوية على ارتفاعات شاهقة . وتطلق هذه البالونات بعد ملئها بغاز الايدروجين . وتحمل جهازاً يعلق بأسفلها يسمى راديو سوند (انظر شكل ٥٢) وفى الحقيقة

(شكل ٥٢) يرفع الراديو سوند إلى طبقات الجو العليا بواسطة بالون جوى ، ليلغنا بالضغط ودرجة الحرارة والرطوبة على ارتفاعات مختلفة وذلك بإشارات لاسلكية

فالراد يوسوندعبارة عن محطة إذاعة صغيرة جداً ترسل إشارات لاسلكية أوتوماتيكياً لجهاز مستقبل في المحطة الجوية . وتدل هذه الإشارات على درجة الحرارة والضغط الجوى والرطوبة النسبية على ارتفاعات مختلفة تصل إلى بضعة آلاف من الأقدام . وأحياناً يحمل الراديو سوند هدفاً للرادار ليتمكن تتبعه بدقة من المحطة بالرادار . وعندما ينفجر البالون عند ارتفاع معين ، يهبط الراديو سوند بواسطة باراشوت .

اختبر معلوماتك

- ١ - اشرح طريقة عمل خريطة الطقس .
- ٢ - اشرح أهمية تنبؤات الطقس لكل من : ربابنة السفن ، موزعى الوقود ، طيارين ، فلاحين ، سفن فى البحر ، زارعى الفواكه ، شركات توليد الكهرباء ، صانعى المثلجات .
- ٣ - كيف تساعد السفن فى البحر على تنبؤ الطقس ؟
- ٤ - اشرح أهمية تنبؤات الطقس فى زمن الحرب .
- ٥ - اشرح فائدة الأجهزة المختلفة التى يستخدمها المتنبىء الجوى .
- ٦ - اشرح كيف يقاس معدل سقوط الجليد ومعدل سقوط المطر .
- ٧ - عرف الأيسوبار ، والايسو ثرم ، جبهة باردة ، جبهة ساخنة ، مرتفع ومنخفض .
- ٨ - اشرح الرموز المختلفة الموجودة على خريطة الطقس حول محطة أرصاد .
- ٩ - كيف يرمز إلى اتجاه وسرعة الرياح على خريطة انطقس ؟
- ١٠ - اشرح الرموز المستخدمة فى خريطة الطقس التى تدل على نسبة مساحة السماء المغطاة بالسحب .
- ١١ - ما نوع الجو الذى يصاحب عادة منطقة ضغط منخفض ؟ واذكر الأسباب
- ١٢ - ما نوع الجوالذى يصاحب عادة منطقة ضغط مرتفع ؟ واذكر الأسباب .

المسألة الخامسة - ماذا يسبب انواع المناخ المختلفة ؟

ربما قد سمعت من شخص متقدم فى السن يقول إن الشتاء كان أكثر برودة وأشد قسوة فى شبابه عما هو عليه الآن . ولكن هذا غير صحيح تبعاً

لِسجلات مصلحة الأرصاد الجوية الأمريكية . فالمناخ فى منطقة معينة يكاد يكون هو نفسه فى السنين المتعاقبة ولكن يتغير تغيراً طفيفاً كل حقبة طويلة من الزمن .

الطقس والمناخ

ربما قد سمعت عن أماكن جيدة المناخ وعن أماكن أخرى رديئة المناخ . وعندما نتكلم عن المناخ فنقصد الأحوال السائدة لفترة طويلة من الزمن ولا تتغير من يوم لآخر كما يفعل الطقس . فمناخ كاليفورنيا المشمس هو صورة عامة لأحوال الطقس هناك . وربما يتغير طقس كاليفورنيا من يوم لآخر ولكنه عموماً مشمس ومبهج أثناء العام . ولندن أيام جميلة مشمسة ودافئة ولكن متوسط حالة المناخ فى فترة طويلة هى أنه رطب وذو سحب كثيرة . فالطقس هو التغيرات فى درجة الحرارة والضغط وإشراق الشمس ووجود السحب ، والرطوبة النسبية التى تتعرض لها منطقة من يوم إلى آخر . أما المناخ فهو متوسط حالات الطقس أثناء فترات زمنية طويلة .

أنواع المناخ

هناك حالات كثيرة للمناخ ؛ فالمنطقة القطبية حول القطب الشمالى مغطاة دائماً بالثلوج ، والمنطقة الجنوبية حول القطب الجنوبى جرداء خاوية محاطة بالثلوج وتظل درجة حرارتها تحت درجة التجمد لفترة طويلة من السنة ومن المحال أن توجد فى هذه المناطق الباردة أى حياة .

وقد وجد أن أقصى درجات حرارة وأعظم نمو للنباتات على الأرض فى المنطقة الممتدة حول الأرض ، حوالى ١٥٠٠ ميل على كل من جانبي خط الاستواء . ويوجد بنفس المنطقة أماكن جرداء ، وأماكن أخرى درجات حرارتها منخفضة تحت التجمد ، وأماكن أخرى حيث تسقط بها أمطار غزيرة . ومع أن الجزر البريطانية أبعد جهة الشمال من نيويورك وبوسطن إلا أن المناخ فى إنجلترا ألطف من وجوه عديدة من المناخ فى مقاطعات نيوانجلاند . وتتعاقب التغيرات المصاحبة للفصول الأربعة فى معظم أنحاء الولايات المتحدة .

وتتعرض بعض أجزاء الولايات المتحدة لفصول ممطرة وجافة . وفى الحقيقة هناك حالات متعددة للمناخ فى أنحاء العالم .

العوامل التى تؤثر فى المناخ

والآن ما هى العوامل التى تؤثر فى مناخ منطقة ؟ إذا عرفت الإجابة على هذا السؤال ستفهم لماذا يتغير المناخ فى أنحاء الأرض المختلفة . والعاملان المهمان المؤثران على المناخ هما : دوران الأرض حول الشمس ، وميل محور الأرض . وسيدرس هذان العاملان فى فصل ١٦ فى علم الفلك . وسندرس هنا تأثير عوامل أخرى كقرب أجسام مائية ، تيارات محيطية ، الرياح السائدة ، رياح مناخية ، طبيعة الأجسام المحيطة والارتفاع فوق مستوى سطح البحر .

تأثير الأجسام المائية

كيف يؤثر قرب أجسام مائية فى مناخ منطقة ما؟ لقد عرفت فيما تقدم فى هذا الفصل أن البحيرات والمحيطات تؤثر فى اتجاه نسيم البر والبحر نهائياً و ليلاً . ولمثل هذه الأجسام المائية المحلية تأثير لوقت طويل على المناخ الفصلى فى منطقة .

وتقوم الأجسام المائية بدور خزانات كبيرة للحرارة . فى أثناء الصيف ، حيث درجات الحرارة العالية ، يسخن الماء فى منطقة ببطء . ويحتاج إلى كمية كبيرة من الحرارة لرفع درجة حرارة الماء فى بحيرة كبيرة أو محيط ، درجة واحدة . وهذا يعنى أن الماء يخزن كمية كبيرة من الحرارة . وبذلك فإن للبحيرات والمحيطات تمتص كميات هائلة من الطاقة الحرارية أثناء الصيف .

وفى الشتاء ، عندما تبدأ درجات الحرارة فى الانخفاض ، تبدأ المناطق المائية فى فقد حرارتها للأجسام المحيطة بها . وكما أن الماء يسخن ببطء أكثر من مساحات الأرض المحيطة به ، فإنه يفقد أيضاً حرارته فى الشتاء أبطأ من الأرض . وهذا يحاول لتلطيف مناخ المنطقة المجاورة لجسم مائى . وبذلك فإن منطقة بها بحيرة تكون غير معرضة للصقيع القاتل فى أوائل الشتاء كما يحدث

في المناطق غير المجاورة لجسم مائي . وهذا يعنى فصلا زراعياً طويلاً في مناطق البحيرات حيث يكون هناك متسع من الوقت لنضج الفاكهة قبل سقوط الصقيع . ولنفس السبب ، يسبب الارتفاع البطيء في درجة حرارة الأجسام المائية تأخير إزهار أشجار الفاكهة في فصل الربيع وبذلك يقلل من ضرر الصقيع المتأخر .

كما أن بعضاً من أحسن المناطق المزروعة فاكهة في الولايات المتحدة متاخمة لمساحات مائية كبيرة ، فقاطعة واشنطن مثلاً بها مزارع تفاح وتنمو في مقاطعتي ميتشجان ونيويورك أنواع كثيرة من الفواكه . كما أن فيسكونسن وأوهيو مناطق تزرع فيها الفواكه .

تأثير تيارات المحيط

تؤثر تيارات المحيط على مناخ المساحات الأرضية ، وبعد انجلترا عن خط الاستواء كبعد لابرادور عنه ، إلا أن مناخ انجلترا ألطف من مناخ نيويورك ويرجع هذا الفرق بين المناخين إلى تيارات المحيط الساخنة التي تهب على شواطئ انجلترا .

يتجه ماء المحيط الساخن في المناطق الاستوائية نحو القطبين الشمالي والجنوبي . فلولا أن الأرض تدور حول محورها لاتجهت هذه التيارات بالضبط نحو الشمال والجنوب . ولكن نظراً لدوران الأرض من الغرب إلى الشرق فيميل اتجاه تيارات المحيط في النصف الشمالي من الكرة الأرضية نحو الشمال الشرقي وكذلك تميل التيارات في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية نحو الجنوب الشرقي والتيارات الأساسية في المحيط الأطلنطي هي تيار الخليج الدافئ وتيار لابرادور البارد . أما في المحيط الباسيفيكي فأهم تيار هو تيار اليابان ، كما أن هناك أيضاً تيارات كبيرة في محيطات الأرض الأخرى .

ويخرج تيار الخليج من خليج المكسيك حاملاً مياهه الساخنة نحو الشمال ونحو الشرق عبر المحيط الأطلنطي . ويمر بالجزر البريطانية ثم يستمر إلى أن

يصل إلى شاطئ أوروبا الشمالى . ومناخ المناطق التى تمر بها هذه المياه الساخنة ، معتدل .

تأثير هبوب الرياح

الهواء فوق المناطق القطبية على سطح الأرض أبرد وبذلك تكون أكبر كثافة من الهواء الساخن فوق المناطق الاستوائية . ويميل هواء القطب البارد إلى الهبوب نحو المناطق الاستوائية دافعاً الهواء الساخن الأخف إلى أعلى . وبالقرب من الأرض ، تتحرك كتل هائلة من الهواء البارد بعيداً عن القطبين متجهة نحو خط الاستواء وكذلك تتحرك كتل هواء ساخن ، على ارتفاعات أكبر ، من المناطق الاستوائية متجهة نحو القطبين .

لا تتحرك هذه الكتل الهوائية الهائلة مباشرة نحو الشمال والجنوب لأنها تتأثر بدوران الأرض وبسلاسل الجبال ومواضع القارات والأجسام المائية . ويوجد بسبب هذه المؤثرات ، عدة أحزمة من المسماة رياحاً سائدة ، وهذا يعنى أن الرياح فى كل حزام تهب تقريباً بانتظام فى اتجاه واحد . وبين شكل ٥٣ أهم الأحزمة الرياحية فى العالم .



ويوجد فى نصفي الكرة الشمالى والجنوبى أحزمة رياحية وفيها تهب الرياح بانتظام من جهة الغرب وتسمى هذه الرياح كما علمت بالرياح السائدة الغربية .

وبالقرب من خط الاستواء تهب الرياح فى نصف الكرة الشمالى من الشمال الشرقى وفى نصفها الجنوبى تهب من الجنوب الشرقى . وتعرف هذه الرياح باسم الرياح التجارية . وقريب جداً من خط الاستواء توجد حلقة حول الأرض حيث لا تهب فيها الرياح بانتظام وتسمى حلقة الهدوء المحورية هذه بالـ « دودرم » وتوجد بين منطقتى الرياح الغربية والرياح التجارية فى كلا

(شكل ٥٣) أهم أحزمة رياحية فى العالم . يحدد دوران الأرض الرياح فى نصف الكرة الأرضية الشمالى والجنوبى

نصف الكرة الأرضية منطقة هادئة تسمى عروض الجياد (وسميت قديماً هكذا لأن السفن كانت تتخلص من الجياد التي تحملها إلى أمريكا وجزر الهند الغربية عند هذه المنطقة) .

وتؤثر الرياح السائدة على المناخ بطرق عديدة . ويعزى اعتدال مناخ الشاطئء الغربى لأمريكا الشمالية إلى هبوب الرياح الساخنة عليه . أما الرياح الغربية فتقذف بالماء من تيار الخليج الساخن إلى المراتى والخلجان على شاطئء أوربا الغربى وبذلك تحفظ معظمها من تجمد مياهها شتاء .

تأثير الارتفاع

ربما يتأثر مناخ منطقة معينة بارتفاعها فوق سطح البحر . فمع أن دينفر وكولورادو وكولومبس وأهيو تقع تقريباً على خط عرض واحد ، ولا تقع أى من هذه المدن بالقرب من مساحة مائية كبيرة ، كما تقع كلها فى مهب الرياح الغربية إلا أن مناخها مختلف جداً . فالمنطقة الجبلية حول دينفر مكان محبوب لطيف المناخ يتردد عليه صيفاً ، بينما طقس الأراضى المنخفضة القريبة من كولومبس حار صيفاً . وبذلك فالفرق بين المناخ فى دينفر وكولومبس يرجع إلى اختلاف ارتفاع المدينين .

المناخ يؤثر على النبات والحيوان

فى البلاد الصحراوية ، حيث بخار الماء قليل ، نجد أن النباتات الصحراوية لها أوراق صغيرة جداً لكى لا تفقد ماء كثيراً فى عملية النتج . بينما نجد فى المناطق الاستوائية ، من جهة أخرى ، أن للنباتات أوراقاً كثيرة وكبيرة وذلك لأن المناخ مناسب ويساعد على نموها . وتأثير المناخ على المحصولات النباتى والحيوانى لمنطقة ما يظهر بوضوح فى المساحات المختلفة المناخ بالولايات المتحدة . وتقوم فى الجنوب زراعة القطن لأنه يحتاج إلى مناخ حار ، كما يزرع القمح بكميات كبيرة فى ابرا وابلينوس ، كما توجد أيضاً مراكز الصناعة . وتنمو أجود أصناف البرسيم والقمح على الأمطار فى القطاعات الشمالية والشرقية للولايات

المتحدة وبذلك توجد في هذه المناطق معامل الألبان التي تغذى جميع البلاد بمنتجاتها . كما عرفت الآن أن المناطق القريبة من الأجسام المائية مناسبة لزراعة الفاكهة .

المناخ والحضارة

تؤثر أحوال المناخ في تقدم الحضارة . وعموماً تقدمت الحضارات في المناخات المعتدلة تقدماً كبيراً . ويبلغ نشاط الإنسان مداه حيث التغيرات المتكررة في درجة الحرارة والضغط الجوى والرطوبة النسبية وإشراق الشمس . أما أحوال المناخ المتطرفة ، كالارتفاع أو الانخفاض الشديد في درجة الحرارة ، فإنها لا تساعد على تقدم الإنسانية . والحرارة الشديدة والرطوبة المرتفعة وكثافة نباتات الأدغال في المناطق الاستوائية وكذلك برودة المناطق القطبية ، الشمالية والجنوبية ، الشديدة تجعل الحياة صعبة فيهما . ونتيجة هذا أن الحضارة لم تتقدم كثيراً في هذه المناطق . ومثال لهذا هو حياة الاسكيمو البدائية ، كما يوجد مثال آخر في الحياة البدائية لبعض القبائل الافريقية .

الطاقة الحرارية وأثرها على الطقس والمناخ

يتأثر الطقس والمناخ الذي نعيش فيه بسبب الطاقة الحرارية التي تصل إلى الأرض من الشمس . وتعكس بعض أجزاء الأرض الحرارة بينما تمتصها أجزاء أخرى . وبذلك تسخن أجزاء الأرض بمقادير متفاوتة . ويسخن الهواء ويرد ببطء أكثر من المساحات الأرضية ويسخن الجو بدرجات متفاوتة بالإشعاع الحرارى من الأرض . وتسخن الجو غير المنتظم هو الذى يسبب تكون وحركة الكتل الهوائية والرياح .

يمر الماء في دورة مستمرة في الطبيعة ، فتحول الطاقة الحرارية التي تصلنا من الشمس ، تحول ماء البحيرات والأنهار والمحيطات إلى بخار بعملية البخر . وفي هذه العملية يمتص بخار الماء كمية كبيرة من الطاقة الحرارية وتبرد الأجزاء المحيطة لها . وتطلق هذه الطاقة الحرارية عندما يتكثف بخار الماء إلى

مطر وسحب وضباب وندى أو جليد ، ومن نتيجة ذلك أن يتحسن مناخ
مساحات شاسعة من الأرض .

اختبر معلوماتك

- ١ - ما هو الفرق بين الطقس والمناخ ؟
- ٢ - ما هي مناطق المناخ المختلفة على سطح الكرة الأرضية ؟
- ٣ - اشرح العوامل التي تؤثر في مناخ منطقة ما .
- ٤ - اشرح لماذا يؤثر القرب من الأجسام المائية الكبيرة على المناخ والصناعة في منطقة ما .
- ٥ - وضح مع ذكر أمثلة لماذا تؤثر تيارات المحيط في مناخ منطقة ما .
- ٦ - اشرح سبب هبوب الرياح السائدة وكيف تؤثر على مناخ منطقة .
- ٧ - اشرح كيف يؤثر الارتفاع عن سطح البحر في مناخ منطقة ما .
- ٨ - اشرح مناطق المناخ المختلفة في الولايات المتحدة وتأثيرها على الصناعة .
- ٩ - كيف يؤثر المناخ على حياة النبات والحيوان في منطقة ما .
- ١٠ - ما تأثير المناخ على تقدم الحضارة ؟

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الأولى

المعلومات الجوية تعتمد على مئات الرصدات العلمية ، التي تبلغ إلى
مصلحة الأرصاد الجوية الأمريكية .
لكثير من أمثال الطقس أساس علمي مع أن بعضها خرافات .

المسألة الثانية

الرياح عبارة عن هواء متحرك .
تؤثر حركة الكتل الهوائية القطبية أو الاستوائية على طقسنا .
تسبب الحرارة تمدد الهواء وتقلل كثافته .
تمتص السطوح السوداء الحسنة ، وتعكس الحرارة أحسن من السطوح
اللامعة المصقولة . أما السطوح اللامعة المصقولة فهي عاكسات جيدة للحرارة .

يسخن الماء ويبرد ببطء أكثر من المساحات الأرضية .
تسخن المساحات الأرضية والمائية المختلفة على سطح الأرض بكميات متفاوتة .

لا تسخن الكتل الهوائية مباشرة بالحرارة من الشمس ولكن بالحرارة المشعة من المساحات الأرضية والمائية .

بما أن المساحات الأرضية والمائية تسخن بكميات متفاوتة ، فكذا تسخن الكتل الهوائية فوق سطح الأرض بكميات غير متساوية .
يقاس ضغط الهواء بالبارومتر . والوحدة الشائعة الاستعمال هي ارتفاع عمود الزئبق بالبوصات (أو السنتيمترات) .

تأتي عادة التغيرات الجوية من جهة الغرب لأن أمريكا الشمالية تقع في مهب الرياح الغربية .

يدور الهواء فوق منطقة ضغط منخفض حلزونيا إلى أعلى في عكس اتجاه عقارب الساعة ، أما الهواء فوق منطقة ضغط مرتفع فيدور حلزونيا إلى أسفل في اتجاه عقارب الساعة .

المسألة الثالثة

الرطوبة النسبية هي النسبة بين كمية بخار الماء الموجود فعلا في الهواء إلى الكمية اللازمة لتشبعه عند نفس درجة الحرارة . ويعبر عنها بنسبة مئوية .
ونقطة الندى هي درجة الحرارة التي عندها تكثف بخار الماء الموجودة في الهواء كافية لاشباعه .

وإذا كانت نقطة الندى تعلو درجة تجمد الماء ، فربما يتكثف بخار الماء الذي في الهواء على صورة سحب ، ضباب ، ندى أو مطر . أما إذا كانت نقطة الندى تحت درجة التجمد فربما يتكثف بخار الماء على صورة جليد أو صقيع .

يبرد الهواء إذا تمدد ويسخن إذا ضغط .

وصور السحاب الشائعة هي الزغب والركام والطبق والمزني .

الماء على سطح الأرض دائم التبخر والتكثف .

المسألة الرابعة

تمكنا الخرائط الجوية اليومية من معرفة حالة الطقس في جميع أنحاء البلاد ولذلك فهي مفيدة لصناعات كثيرة .

تتبع مناطق الضغط المنخفض والضغط المرتفع بعضها البعض عبر البلاد من الغرب إلى الشرق في طرق معروفة بغاية الدقة .

تسبب عادة مناطق الضغط المنخفض طقساً أثنى عاصفاً وبه كثير من السحب كما تسبب مناطق الضغط المرتفع عادة طقساً صحواً أبرد منعشاً .

المسألة الخامسة

المناخ هو متوسط حالة الطقس في منطقة . ويتأثر بعوامل منها دوران الأرض حول الشمس وميل محور الأرض والقرب من الأجسام المائية وتيارات المحيط وهبوب الرياح والارتفاع .

أسئلة للمناقشة

- ١ - اشرح كيف تكون الطاقة الحرارية التي تصل من الشمس هي سبب حركة الكتل الهوائية فوق العالم .
- ٢ - اذكر الفروق بين منطقة ضغط منخفض ومنطقة ضغط مرتفع .
- ٣ - اشرح سبب تكون نسيم البر ونسيم البحر .
- ٤ - اشرح أهمية الأجهزة الجوية في التنبؤ بحالة الطقس .
- ٥ - اشرح كيف يتكون الندى والضباب .
- ٦ - ما هي الأنواع المختلفة للجبهات التي في خريطة الطقس في صفحة ١٣٣ ، وما هو أصل كل ؟
- ٧ - حدد منطقة ضغط منخفض واستنتج حالات الطقس العامة بالقرب من مركزها وذلك باختيار محطة جوية معطاة في الخريطة وقراءة الرموز .
- ٨ - كرر السؤال السابق بالنسبة لمنطقة ضغط مرتفع .
- ٩ - أين توضح خريطة الطقس تكثيفاً من أي نوع ؟
- ١٠ - ما كانت عليه الأحوال الجوية في كل من الأماكن الآتية في اليوم الذي

نشرت فيه خريطة الطقس هذه : مدينة نيويورك ، ديتفر ، نيواورليانز .
سيتل ، فورث ورث ؟

١١- كيف تعلق سقوط أمطار كثيرة ورطوبة المناخ في المناطق الساحلية
غرب جبال روكي مع أن المنطقة التي في شرقه هوائية وجافة ؟

١٢- لماذا يظهر أن الناس الذين عاشوا في مناخات معتدلة ، تقدموا أكثر
من الناس الذين عاشوا في مناطق متطرفة المناخ كالذين هم في المناطق الاستوائية
والمتجمدة .

تمرين على حل المسائل

كان طريق أليس من المدرسة وإليها يمر بمكان إلقاء فضلات المدينة
وغالباً ما كانت تلاحظ علب الصفيح الصدئة وكانت تسأل نفسها ما سبب
صدأ حديدتها ؟ وفسر لها أبوها أن الصدأ يتكون عندما يتحد أكسجين الهواء
كيميائياً مع الحديد .

وفي معمل العلوم في اليوم التالي ، وضعت أليس بعضاً من برادة الحديد
في مخبر مدرج ثم وضعت مقلوباً في وعاء به ماء صنبور بحيث كانت فتحة
المخبر تنغمر تحت سطح الماء . وبعد انتهاء اليوم الدراسي ، لاحظت أليس
أن الماء قد ارتفع في المخبر وشغل حوالي ثمن الحجم الذي لم يكن مملوءاً بالماء .
ولما ناقشت مدرس العلوم فيما لاحظته قال : « لكن الأكسجين حوالي خمس
الهواء » .

وبذلك عللت أليس أن حوالي خمس الهواء في المخبر لا بد قد اتحد
بالحديد وأن الماء يجب أن يرتفع إلى خمس ارتفاع المخبر ليحل محل الأكسجين
الذي كان بالهواء .

وأجرت أليس في صباح اليوم التالي تجربة مماثلة . وفي انتهاء اليوم
الدراسي ، لاحظت أن الماء قد ارتفع إلى حوالي خمس ارتفاع المخبر .
قررت أليس أن التجربةين لم تعملتا بالضبط تحت نفس الظروف .

- عين من التعبيرات الآتية ، التعليقات الممكنة لاستنتاج أليس :
- ١ - كانت برادة الحديد في التجربة الثانية أصغر من البرادة المستخدمة في التجربة الأولى وبذلك كان السطح المعرض أكبر .
 - ٢ - كانت درجة حرارة الغرفة أقل في اليوم الثاني .
 - ٣ - كانت درجة حرارة الحجرة أعلى في اليوم الثاني .
 - ٤ - لم تكن البرادة موزعة بانتظام كما وزعت في اليوم الثاني .
 - ٥ - كان الضغط الجوى أكبر في اليوم الثاني وهذا يسبب ارتفاع ماء أكثر في المخبار .

ثم أعادت أليس تجربتها في اليوم الثالث وتحكمت في كل العوامل الممكنة عالمة أنها لكي تثبت صحة فرض يجب عليها أن تغير فقط العامل الذى يترأى لها أنه سيؤدى إلى حل المسألة .

اكتب في صيغة سؤال ما هى المشكلة التى كانت فى ذهن أليس حين كانت تصمم تجربتها الأولى .

يجب أن تجرى بعض التجارب فى آن واحد بدون تغيير العوامل حتى يمكن تفسير سبب أى اختلاف فى النتائج . وتسمى هذه التجارب بتجارب مقارنة . وهناك عوامل كثيرة كالضوء والرطوبة وضغط الهواء ودرجة الحرارة يجب التحكم فيها بدقة كما فى حالة التجربة الأصلية ، والمقارنة والاختبارية . والتجارب الاختبارية هى تكرار لكل من التجارب الأصلية وتجارب المقارنة للتأكد من الحصول دائماً على نفس النتيجة .

أى الأشياء الآتية تعتقد أن أليس قد عملته فى اليوم الثالث ؟

- ١ - سجلت بدقة ضغط البارومتر .
- ٢ - استخدمت برادة حديد من نفس المصدر الذى أخذت منه برادة الحديد لتجربتها السابقتين .
- ٣ - استخدمت ماء مقطراً فقط .
- ٤ - لم تسمح لأحد بلمس الجهاز ووضعت لافتة عليها « يمكنك المشاهدة ولكن لا تمس » .

- ٥ - بعد انتهاء الدراسة ، وضع الجهاز في أشعة الشمس .
 - ٦ - سجلت درجة الحرارة بعد انتهاء التجربة .
 - ٧ - نكس مخبار فارغ (يدون برادة حديد) فوق الماء بنفس الطريقة التي استخدمت بها الأخرى .
 - ٨ - استخدمت ثلاثة مخابير منكسة .
 - ٩ - تركت المخابير لمدة يومين بعد إجراء التجربة المتحكم فيها .
اكتب باختصار ما تعتقده أن يكون :
(أ) عامل التجربة .
(ب) عامل المقارنة .
- وبعد انتهاء اليوم الأول ، بلغت أليس ملاحظاتها لوالدها الذي اقترح أن تغسل برادة الحديد بالكحول قبل وضعها في المخبار . اذكر باختصار عما إذا كنت تعمل باقتراحه ، مؤيداً وجهة نظرك بأدلة .

٥ سطح الأرض في تغير مستمر

ربما يسعدك الحظ يوماً ما فتجول في الولايات المتحدة ، وعندئذ سوف ترى في الثلاثة الآلاف من الأميال بين المحيطين الأطلسي والهادي جبلا وتلالا ، وديانا وأنهاراً ، سهولا مستوية مترامية ، وصحارى وبحيرات . وسوف يبهرك جمال بلادنا من حيث تضاريسها الطبيعية وتنوعها . وربما تقف وتساءل : هل أرضنا كانت دائماً كما هي اليوم ؟ وكيف صارت إلى ما هي عليه ، وهل هي تتغير أبداً ؟ ويدرس العلماء الذين يسمون « جيولوجيين » الأرض لإيجاد أجوبة على تلك الأسئلة وأمثالها .

وسطح الأرض في تغير مستمر ، تلك هي إحدى الحقائق العظيمة في العلم ، وأنت قد تعيش في مكان تطل منه على تل عال أو جبل يبدو كأنه صامد صامت ، ومع ذلك فإن الجيولوجيين يخبروننا بأن الأرض ليست ساكنة ؛ فالجبال تبنى ثم تتآكل أو تتعري بفعل قوى عظيمة تعمل على الأرض ، كما أن الأنهار والبحيرات قد تكونت ثم ذهبت ، هذا إلى أن شواطئ القارات في تغير مستمر ، وسوف تتعلم أسباب تلك التغيرات عندما تدرس هذا الفصل .

المسائل التي سوف نعالجها

- ١ - كم عمر الأرض ؟
- ٢ - ما هي العوامل التي بسببها تتآكل الأرض ؟
- ٣ - ما هي القوى التي ترفع أجزاء من الأرض ؟
- ٤ - كيف تتكون أنواع التربة ؟

المسألة الأولى - كم عمر الأرض ؟

هل خطر في ذهنك أبداً كم يكون عمر الأرض ؟ يخبرنا العلماء بأنه يبلغ بليونين من السنين على الأقل ، وقد تساءل كيف تأتّى لهم أن يعرفوا

هذا العمر ، ولقد حاول العلماء حساب عمر الأرض بطرق عدة ؛ ذلك أنهم توصلوا حديثاً إلى طريقة يظنون أنها هي التي يعتد بها ، وتعتمد هذه الطريقة في تحديد عمر الأرض على تفتت العناصر الصلبة مثل اليورانيوم والراديوم . واليورانيوم هو أثقل العناصر المعروفة في الأرض ، والراديوم أخف من اليورانيوم ، كما أن الرصاص أخف من الراديوم . ويتفتت اليورانيوم بطريق الأشعاع ليكون الراديوم ، وهذا بدوره يتفتت بالأشعاع أيضاً ليكون الرصاص . ولقد قدر العلماء الوقت الذي يحتاج إليه لإتمام هاتين العمليتين . وتوجد العناصر الثلاثة معاً في أقدم الصخور ، ولقد تمكن العلماء من معرفتهم مدى الوقت الذي يستغرقه تحول اليورانيوم إلى رصاص من تقدير عمر الأرض ، وعلى حسب تقديراتهم تقدر أقدم الصخور بليونين من السنين في العمر .

تخبرنا الحفريات عن قصة الحياة القديمة

كيف كانت تبدو الأرض منذ ملايين السنين التي مضت ؟ إن لدينا فكرة ما عن مظهر النباتات والحيوانات قديماً من فحصنا للحفريات ، وربما تكون قد رأيت بعض الحفريات . وكلمة حفرة مشتقة من كلمة لاتينية بمعنى يحفر ، فالحفريات هي آثار أو بقايا الحياة القديمة التي يكشف عنها الإنسان في الأرض ، فهي « قصص في الحجر » .

ولقد تكونت الحفريات بعدة طرق ، فنحن نعثر في الصخور على جزء من حيوان مثل صدفة أو عظمة ، وتبين الصخور الجيرية غالباً آثاراً لأصداف تتكون منها الصخور أساساً ، فإذا ما قدر العلماء عمر الصخور التي توجد فيها الحفريات تمكنوا من تقدير عمر الحفيرة .

والحفيرة الحيوانية قد تكون حيواناً كاملاً مات ثم طمر في التربة بحيث حفظ جسمه ، ففي سيبيريا حيث يكون الجو دائماً بارداً عثر فيها على حيوانات قديمة مجمدة ، من بينها وأشهرها الماموث الأشعر الذي يشبه الفيل الذي نعرفه اليوم .

هذا إلى أن حيوانات صغيرة ، وبخاصة الحشرات ، قد حفظت بصورة كاملة في الكهرمان ؛ فقد وقعت هذه الحشرات في المادة الصمغية اللزجة التي كانت تفرزها تلك الأشجار القديمة ثم طمر بعض هذه المادة الصمغية ومن ثم تجمد وتحول إلى كهرمان .

وبعض الحفريات ما هي إلا أجزاء صلبة من كائنات حية تمجرت ، أي تحولت إلى ما يشبه الصخر ، فإذا ما دفنت عظمة أو جزء من جذع شجرة مثلاً فإن المادة المعدنية المحيطة بها تحل محلها تدريجياً ، وفي النهاية تتحول المادة المعدنية إلى حجر له نفس شكل العظمة أو جذع الشجرة الذي حلت محله .



(شكل ٤ هـ) تخبرنا الحفريات عن قصة الحياة القديمة على الأرض . ويبين هذا الصخر آثاراً من حياة الحيوان القديمة

والحفزية قد تكون على هيئة « قالب » أو صورة مطبوعة ، فكثيراً ما تركت السراخس القديمة طبعتها على قطع من الفحم التي ساعدت في تكوينها كما أن صدفة ذى المصراعين القديم أو القواقع قد تكون ضغطت في الطين ومن ثم ذابت ببطء في الماء ولكنها تركت وراءها « قالباً » في الطين ثم ملئ القالب بالجير أو الطين الذي تجمد فترك صورة للصدفة .

وقد تكون الحفزية عبارة عن طبع أثر قدم الحيوان فقط ، فقد كانت الحيوانات الضخمة تتجول على شواطئ الغدران فتركت أقدامها طبعات عميقة في الطين ، ثم تجمدت طبقة الطين فيما بعد إلى حجر وبهذا حفظت آثار طبعات الأقدام .

وتخبرنا الحفريات عن قصة النباتات والحيوانات منذ الزمن الغابر البعيد . ولقد تعلم العلماء من دراساتهم للصخور والحفريات الحقائق التالية :

١ - لقد عاشت الكائنات الحية على الأرض منذ بليون سنة على الأقل .

٢ - ظهرت الكائنات الحية البسيطة على الأرض أولاً ثم تبعها أشكال معقدة التركيب فيما بعد .

٣ - اختفى كثير من النباتات والحيوانات التي كانت تعمر الأرض من قديم ، وكلما مضى الوقت اختفت أشكال كثيرة من الكائنات الحية لتحل محلها أشكال أخرى .

تجربة ٤٩

هل توجد حفريات في الصخور التي تحيط بك ؟

تجول في المنطقة التي تعيش فيها وفتش عن الحفريات ، وهذه توجد عادة في الحجر الجيري والحجر الرملي والطفل . ومحاجر الحجر الجيري وأحواض الأنهار والطرق المشقوقة في الجبال . والجبال والوديان أمكنة ممتازة للفتيش عن الحفريات . افحص أيضاً قطعاً من الفحم الهش .

وإذا كان هناك متحف في منطقة سكنك فمن المحتمل أن تجد مجموعة حفريات جديرة بالعرض .

الصور الأولى للحياة

لا تحتوي أقدم الصخور على أية حفريات ، وهذا لا يثبت أنه لم تكن تعيش وقتئذ أية كائنات حية عندما تكونت تلك الصخور ، فربما لم تكن لتلك الكائنات الحية في تلك العصور الغابرة جداً أية أجزاء صلبة أو لم تستطع أن تترك لها آثاراً على الحجر .

ولا يعرف أحد كيف بدأت الحياة على الأرض ، ومن المعتقد أن الحياة ظهرت في الماء أولاً ، ربما في بحر ضحل ، وأن الكائنات الحية الأولى كانت أقرب إلى النباتات منها إلى الحيوانات ، وأنها كانت ضئيلة رخوة فلم تترك بقايا في الصخور .

وأنت إذا فحصدت قطرة من ماء مستنقع بالميكروسكوب فسوف ترى

أنواعاً كثيرة من الكائنات الحية يتركب جسم كل منها من خلية واحدة فقط ، وتوجد منها أعداد كثيرة جداً في عصرنا الحاضر في الهواء والتربة والماء . وهي تحتاج إلى الهواء والغذاء والماء لتعيش تماماً كما نحتاج نحن لنعيش . وهي من الضالة بحيث لا ترى إلا بمساعدة الميكروميكروب .

ثم إن كائنات حية جديدة أخرى ظهرت على الأرض فيما بعد ، ففي عالم الحيوان ظهر الأسفنج ، وكانت أنواعه الأولى تشبه الموجودة في بحارنا اليوم ، كما أن حيوانات صغيرة تسمى بوليبيات المرجان كانت تعيش في المحيطات ، فهياكل أعداد لا حصر لها من تلك المراجين تلتصق مع بعضها لتكوّن الشعاب المرجانية ، وأحد تلك الشعاب يقع بالقرب من استراليا ويبلغ طوله أكثر من ألف ميل ، فهل تستطيع أن تتصور الأعداد الضخمة من الحيوانات المرجانية التي كانت تعيش لتكون الشعاب المرجانية ؟

عصر التريلوبيت

وبمضى الزمن ظهر نوع جديد من الحيوانات ، فكانت البحار تعج بالحيوانات منذ ٥٠٠ مليون سنة ، ولم يكن أى من تلك الحيوانات كبيراً ، وكانت أنواع التريلوبيت وقتئذ هي الحاكمة بأمرها على هذه الدنيا .



(شكل ٥٥) تريلوبيت حفري. وكانت أنواع التريلوبيت تعيش وتنتشر بكثرة في البحار منذ ٥٠٠ مليون سنة خلت

والتريلوبيت وأشكاله حيوانات صغيرة ، لم يكن يزيد معظمها على ثلاث بوصات في الطول ، ولكن وجدت حفريات قليلة لأنواع كبيرة منها بلغت القدمين طولاً ، وكان لها رأس حقيقي وجسم وأرجل ، وكانت مقسمة طولياً إلى ثلاث مناطق (تريلوبيت معناه ذو الثلاث القطع) ولم يكن لها عمود فقري .

والتريلوبيت وأشكاله أقارب قديمة للجمبري والسرطان . وقد عاشت وتكاثرت . وبعد ٢٠٠ مليون سنة اختفت لتظهر حيوانات أكبر وأقوى

فى البحار وتحل محلها . ونحن نستمء معلومتنا عن التريلوبيت من الحفريات التى نعر عليها فى الصخور فقط .

ماهى أول حيوانات اليابسة ؟

لقد كان أول حيوان يعيش على اليابسة واحداً من تلك التى ربما لا تعيرها التفاناً ، لقد كان عقرباً . ولقد ظهرت العقارب بينما كانت أشكال التريلوبيت ما زالت كثيرة فى البحار . وكانت العقرب تصل فى الطول إلى بوصتين وكانت على وجه العموم تشبه العقارب التى تعيش على الأرض فى عصرنا الحاضر . وكانت تلك العقرب تشبه العنكبوت لها ملقاطان فى مقدمة الجسم وحة فى المؤخرة ، وكانت آكلة لحم ، وحيث لم تكن هناك حيوانات أخرى تعيش على اليابسة فمن المحتمل أنها كانت تعيش على حواف المياه وتغتنى من التريلوبيت والحيوانات الصغيرة الأخرى التى يدفعها الموج إلى الشاطئ .

ومنذ ٢٥٠ مليون سنة مضت كانت الأرض تعج بأنواع الحيوان ، وفى ذلك الزمن كانت أمريكا الشمالية منخفضة كثيرة المستنقعات وكانت النباتات فيها مزدهرة كثيفة ، وبدأت الحشرات فى الظهور . وكانت الحشرات تترق بين النباتات ومنها رعاش ضخى وصل طول ما بين أجنحته ثلاثين بوصة ، وبالطبع لا توجد اليوم مثل هذه الحشرات الضخمة ، فالحشرات قد أصبحت صغيرة فأعانها حجمها الصغير على الاختفاء من الطيور والحيوانات السريعة الحركة الأخرى التى تعتبر اليوم أعداء لها .

كما كانت الصراصير العملاقة والعناكب الكبيرة تعيش آنئذ . ولقد وجدت حفريات لأكثر من ٨٠٠ نوع من الصراصير المختلفة فى الصخور التى تكونت فى تلك الحقبة من تاريخ الأرض ، وكان طول بعض الصراصير أربع بوصات ، وكانت آكلة لحوم وربما كانت تغتنى من الحشرات والحيوانات الصغيرة الأخرى .

الحيوانات الأولى من ذوات الفقار

بدأت حياة الحيوان في الماء ، وفي عصور التريلوبيت لم يكن يعيش أى حيوان فقري في أى مكان من الأرض . وكانت الأسماك هي أولى الحيوانات الفقرية ، وقد ظهرت بعد التريلوبيت ، وكانت تختلف في البداية عن أسماك عصرنا الحاضر ، فكانت الأسماك الأولى صغيرة ، وفي حالات كثيرة كان رأسها والجزء الأمامي من جسمها مغطيين بصفائح عظمية تشبه الدرع ، وكانت الأسماك من الكثرة في ذلك العصر بمكان حتى إنه يسمى « عصر الأسماك » .

وكانت تعيش في تلك الحقب بعض الأسماك المربعة الهيئة ، ذات درع ، فالأسماك المعروفة باسم دينيكشس كانت مربعة بشكل خاص . وقد عثر على حفريات من هذا السمك طولها عشرون من الأقدام ، وإذا استثنينا القرش ، فإن هذه الأسماك كانت أضخم الأسماك التي عرفت وأكثرها فتكاً . وقد كان يوجد في عنقها مفصل يمكن الرأس من الحركة إلى أعلى وأسفل وكان لها فكان محزوزان يستطيعان أن ينضما على بعضهما بسرعة وقوة شديديتين ، وبالرغم من حجمها العظيم وقوتها الهائلة إلا أن تلك الأسماك بادت حيث تغلبت عليها الأسماك التي تعيش اليوم ، فهل تستطيع أن تتصور ماذا كنت تفعل لو أنك قابلت أحد هذه العمالقة من ساكني البحار ؟

أول حيوانات اليابسة من ذوات الرئتين

الأسماك حيوانات فقرية تعيش في الماء ، وهي تنفس بوساطة الخياشيم . وتعتبر خطوة عظيمة لحيوان يعيش في الماء أن ينتقل إلى اليابسة ، فهو لم يكن يستطيع أن يستعمل خياشيمه ولذلك تكونت فيه أعضاء لاستنشاق الهواء مباشرة . وعلى هذا فإن الحيوانات الفقرية التي تعيش على اليابسة لها رئات .

وكانت أولى الحيوانات الفقرية التي تعيش على اليابسة هي البرمائيات ، ولبرمائيات خنازير كما أن لها رئات . فالضفادع والعلاجم والسمندر برمائيات

وهى تضع بيضها فى الماء . ويخرج من البيض « أبو ذنبية » ، ولهذه خياشيم وتعيش فى الماء كالأسماك ثم تفقد شبيهها بالأسماك تدريجياً ، ذلك أن أرجلا تنمو لها وتختفى منها الخياشيم وتتكون لها الرئتان . وعندما تكتمل البرمائيات نموها تترك الماء إلى اليابسة حيث تعيش عليها وتنفس الهواء كالحوانات الأخرى .

وتشبه أقدم البرمائيات السمندر الذى يعيش اليوم أكثر مما تشبه الضفادع والعلاجيم ، ولقد وجد منها ١٠٠ نوع مختلفة تقريباً تتراوح فى الطول بين بوصتين وعشر أقدام . وللأنواع الكبيرة رعوس عريضة وأجسام ثقيلة وأرجل ضعيفة فقد كانت بليدة بطيئة متناقلة ، وكانت تعيش فى المستنقعات أو قرية منها حيث تكثر موارد الغذاء . وقد اختفت البرمائيات الضخمة منذ أمد بعيد ، أما البرمائيات التى تعيش على الأرض اليوم فهى أكثر ما تكون حيوانات صغيرة الحجم .

الزواحف الأولى

للزواحف أعمدة فقرية أحسن تكويناً من الأسماك والبرمائيات . وهى تنفس الهواء بوساطة الرئتين ، وإن كانت بعض الزواحف تعيش فى الماء ورعوسها فوقه لتنفس ، وثمة ٤٠٠٠ نوع من الزواحف تعيش فى العصر الحاضر تشتمل على الثعابين والسحالي والسلاحف والتماسيح والتماسيح الأمريكية.

كيف كانت تبدو الزواحف القديمة ؟ دعنا إذن نرجع إلى الوراثة مليوناً من السنين أو أكثر إلى الزمن الذى كانت الزواحف فيه هى أقوى كائنات الدنيا ، فقد كانت آنئذ تجوب الأرض مئات الأنواع الغريبة ، منها أنواع عملاقة تدب على الأرض ، وبعضها كان يعيش متكاسلاً فى الماء يتربق باستمرار عله واجد شيئاً يأكله ، كما كانت هناك زواحف ذوات أجنحة (زواحف طيارة) تطير فوق الأرض والبحار فى بحثها عن الغذاء .

ولقد كانت الزواحف العملاقة المسماة بالدينوسور (الزواحف المربعة)

هى التى تسيطر على جميع أنواع الحياة الأخرى ، وقد كانت منها أنواع مختلفة كثيرة ، بعضها يسير على أربع أرجل والآخر على رجلين اثنتين ، وبعضها كان ضخماً الجثة بطيء الحركة ، وسوف تعطيك الصور فكرة عن منظر تلك الزواحف العملاقة .

ولقد كانت هناك ربتان من الدينوسور - آكلة عشب وآكلة لحم . أما آكلة العشب فكانت تأكل النباتات التى كانت تنمو على حوافى المياه ، وكان ينتمى إلى هذه الجماعة حيوان ضخماً يسمى بروتوسورس ، ومعنى هذا الاسم « السحلية الرعد » ، وكان بروتوسورس حيواناً عملاقاً طوله ٧٠ قدماً ، وكان بطيء الحركة غريب الحلقة . وكانت أرجله الضخمة ثقيلة كما كان ذيله صعب الالتواء حول الجسم ، وكان رأسه صغيراً فهو لا بد إذن كان حيواناً غيباً . وكان بروتوسورس يعيش فى مناطق المستنقعات ، فكان يمشى ، كما كان جسمه يطفو فى الماء فى نفس الوقت ، وكان يحصل على غذائه بأن يملأ فيه بالماء الممتلئ بالنباتات الخضراء الصغيرة ، وربما كان يأكل أيضاً النباتات الحزازية ونبات ذيل الحصان التى كانت تنمو على الأرض ، ولم يكن يأكل الحشائش لأن الحشائش لم تكن قد ظهرت بعد .

أما الجماعة الأخرى من الدينوسور فكانت ، كما سبق القول ، آكلة لحوم ، ومن أنواع هذه الجماعة تيرانوسورس ركس ، ملك الدينوسور . وكان طوله ٥٠ قدماً تقريباً وكان مفترساً متوحشاً مخرباً ، وكان طول فكيه قديمين ومهيئين بصفوف مرعبة من الأسنان الحادة النافذة . وربما كان هذا الدينوسور أكثر الحيوانات توحشاً ومقدرة على الافتراس التى ظهرت على الأرض .

ولقد أجبر بعض أنواع الدينوسور ، نظراً لضخامتها غير العادية ، أجبر على المعيشة فى مناطق المستنقعات حيث كان الماء يساعدها على حمل ثقلها العظيم ولكثرة الغذاء فيها . ولكن عندما جفت المستنقعات وتحولت إلى سهول مليئة بالحشائش أخذت أنواع الدينوسور تقاسى من تلك الظروف

الحديدة ، وربما لم تكن لها عقول واعية تمكنها من البقاء ، إذ كان وزن مخها حوالى أوقية بالنسبة لجسم وزنه حوالى طن ، فقارن هذا بالنسبة لمخ الإنسان الذى يصل وزنه إلى رطلين بالنسبة لكل مائة رطل من الوزن الكلى للجسم ، وحيث



(شكل ٥٦) إلى اليسار ، تيرانوسورس ريكس ، ملك الدينوسور ، آكل لحوم مفترس. وإلى اليمين برنتوسورس ، وهو دينوسور عملاق آكل عشب ، ولا يعرف بالضبط السبب الذى أدى الى اختفاء أنواع الدينوسور وإن كانت توجد نظريات كثيرة تحاول شرحه .

لم توجد حيوانات أخرى أحسن حالا من الدينوسور فان مخاً وزنه أوقية بالنسبة لجسم وزنه طن كان يؤدى غرضه أداء طيباً ، ولكن عندما ظهرت حيوانات أكثر ذكاء فمن المحتمل أن أنواع الدينوسور المتسمة بالغباء لم تستطع أن تنافسها ، وعلى هذا اختفت من وجه الأرض .

كيف كانت تبدو الطيور الأولى ؟

الطيور هى الحيوانات الوحيدة التى لها ريش ، فمن أين أنت ؟ لقد ظهرت الطيور على الأرض بعد الزواحف ، ويعتقد العلماء أن الزواحف ذوات الدم البارد المغطى جسمها بالقشور القرنية تحولت إلى حيوانات ذات ريش . وتبين الحفريات أن الطائر الأول كان فى حجم الغراب ، وكان له ريش كأى طائر حقيقى ولكن كانت له بعض الصفات التى لا توجد فى الطيور الحديثة كالأسنان الحادة فى الفكين والمخالب فى الجناحين .

ولقد بادت الطيور ذوات الأسنان ، وكانت الطيور التالية التى ظهرت بعد هذه الطيور المسننة طيور مائية سباحة شبيهة بأنواع البطريق ، وكذلك طيور راکضة كبيرة شبيهة بالنعام ، ثم ظهرت بعد هذه الطيور السباحة

والراكضة طيور كثيرة تطير ، وآخر ما ظهر من الطيور تلك الطيور المغردة الصغيرة التي تعيش في العصر الحاضر . فهذه الطيور صغيرة خفيفة تعيش على الفواكه والحبوب والحشرات وأثبتت أنها أنجح الطيور قاطبة ، يعرف منها أكثر من ٧٠٠٠ نوع .

آخر جماعة كبيرة من الحيوانات تظهر على الأرض

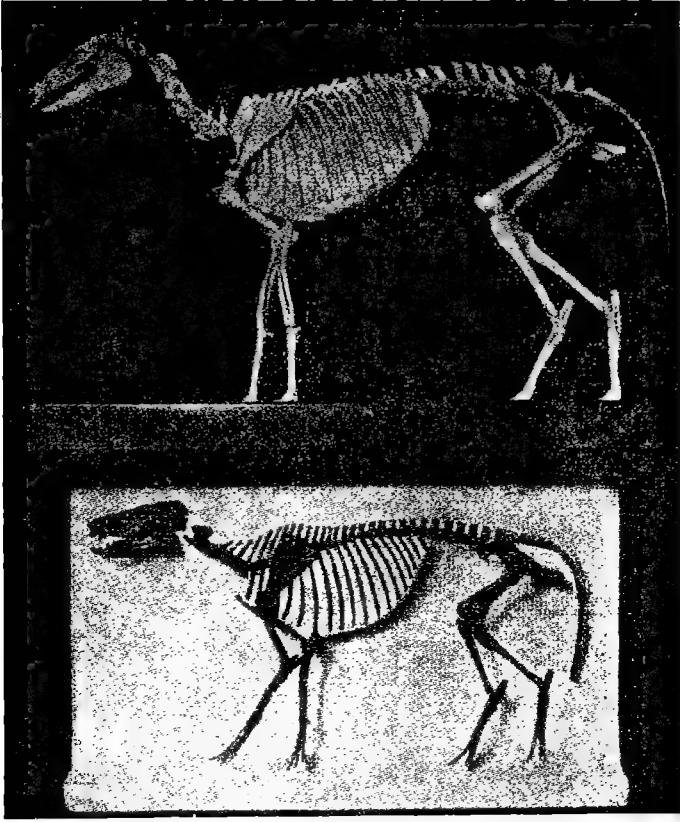
كانت آخر جماعة من الحيوانات تظهر على الأرض هي الثدييات . والثدييات حيوانات أجسامها مكسوة بالشعر ولها غدد ثديية ترضع منها صغارها . والإنسان حيوان ثديي .

والثدييات هي أعلى الحيوانات تكويناً ، وهي التي تسود الأرض الآن ، ولكن الثدييات الأور كانت في حجم الفأر ، ولقد عاشت في عصر الزواحف ولكنها كانت صغيرة لا شأن لها ، وربما كانت الحياة عسيرة آنئذ بالنسبة إليها .

وقد بدأت الثدييات تنشأ وترتقي بسرعة في الوقت الذي كانت أنواع الدبوسير تختفي ، وسبب ذلك غير معروف ، وربما كان الجو ومعين القوت أكثر ملاءمة لها ، حيث بدأت أرقى أنواع النبات في الظهور تغطي سطح الأرض . وقد ظهرت ثدييات متعددة الأنواع ، بعضها كان أكبر من الفيلة التي تعيش الآن بينما كان البعض الآخر صغيراً أو متوسط الحجم . وكانت أمخاخها أكبر وأحسن تكويناً من أمخاخ الزواحف والطيور ، وقد باد كثير من أنواع الثدييات بينما لا يزال يعيش منها الآن الكثير وإن كانت قد تغيرت كثيراً في الحجم والشكل .

نشأة الحصان

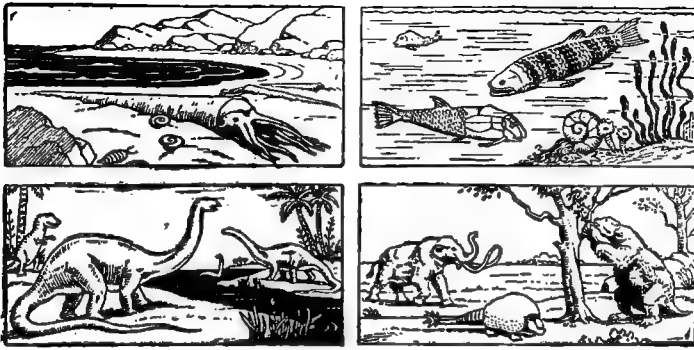
الحصان حيوان ثديي كان يعيش فيما قبل التاريخ ، ولقد عثر العلماء على حفريات للفيل تختلف كثيراً عن الفيل الحديثة . وكان أرل حصان ظهر في حجم الثعلب الأرضي ذا رأس قصير وعنق قصير أيضاً ، وكانت له أربع أصابع في كل من القدمين الأماميتين وثلاثاً في كل من الخلفيتين . وكان اسم هذا الحصان ايوهيبس ومعناه « حصان الفجر » .



(شكل ٥٧) الخيول الخفزية وقد بلغ ارتفاع قامة الحصان الصغير واسمه ايوهيبس حوالى اثنتى عشرة بوصة ، بينما كان الحصان الأكبر ميزوهيبس فى حجم الشاة

وكان ايوهيبس يعيش فى غابات أمريكا الشمالية عندما كان جـو هذه البلاد دافئاً رطباً وعندما كانت مغطاة بالنباتات الكثيرة . وكانت أرجله مبنية بطريقة تمكنه من بدء الحركة بسرعة لى يفر من أعدائه .

وبمرور الزمن تغيرت الأحوال فى أمريكا الشمالية ، فقد ارتفعت القارة وظهر كثير من الأنهار والبحيرات مكونة البرارى العظيمة الغربية ، كما أن مناطق الغابات أصبحت أصغر مساحة ، وكبرت الخيل وفى النهاية كانت لها



(شكل ٥٨) المصور المختلفة للحياة القديمة على الأرض كما كومت من الحفريات. فالصورة العليا الى اليسار تبين العصر الذى كانت فيه الحيوانات اللاققرية كثيرة . أما المصور الجيولوجية الأخرى المبينة فهي «عصر الأسماك» و«عصر الزواحف» و « عصر الثدييات »

إصبع واحدة في كل قدم ، أى حافر ، وأصبحت أرجلها أكثر رشاقة وأصبحت لها القدرة على العدو السريع .

ولقد بادت هذه الخيول في أمريكا الشمالية ولكنها بقيت في أوروبا وآسيا ، ثم إن الإسبانين أدخلوا الخيول إلى هذه القارة مرة أخرى ، ولقد فرّ بعض هذه الخيول وأخذت تجوب البرارى ففقدت متوحشة مرة أخرى ، ثم اقتنصت فيما بعد واستأنسها الإنسان من جديد لخدمته .

اختبر معلوماتك

- ١ - كم عمر الأرض ؟
- ٢ - كيف يحسب عمر الأرض ؟
- ٣ - ما هى الحفريات ؟
- ٤ - بين الطرق المختلفة التى تتكون بها الحفريات .
- ٥ - بماذا نخبرنا الحفريات عن تاريخ الحياة على الأرض ؟
- ٦ - أين ظهرت الحياة على الأرض فيما يظن ؟
- ٧ - كيف كانت أنواع التريلوبيت ؟
- ٨ - صف الدينوسور ، ما الذى جعل تلك الحيوانات الجبارة تختفى من الأرض ؟

المسألة الثانية - ما هي العوامل التي بسببها تتآكل الأرض ؟

سطح الأرض في تغير مستمر ، فالعوامل التي تأكل في الأرض تعمل باستمرار ، ويسمى التآكل المستمر للأرض من تفتيت الصخور وحمل فتاتها بالتعرية . وأول خطوة في العملية هي تحويل الصخر الصلب إلى أجزاء صغيرة ، وتسمى هذه العماية بالتحات ، ولندرس أولاً العوامل المسؤولة عن التحات .

تغير درجة الحرارة قد يؤدي الى تفتيت الصخور

تجربة ٥٠

هل يؤدي التبريد السريع للزجاج والصخر الى كسره ؟

سخن قطعة من زجاج عادى ثم اغمسها في ماء بارد جداً ، ما الذى حدث ؟ حاول نفس العملية مستخدماً قطعة صخر صغيرة بدلاً من الزجاج . جرب في عينات من صخور مختلفة . ما الذى اكتشفته ؟

هلا شاهدت أبداً قدحاً من زجاج بارد يتشقق عندما يصب فيه ماء ساخن جداً ؟ فالزجاج أولاً كان بارداً ، وعندما لامس الماء الساخن الزجاج البارد سخن السطح الداخلى للزجاج فبدأ هذا في التمدد ، وحيث إن الزجاج العادى موصل ردىء جداً للحرارة فإن الطبقة الخارجية للزجاج لم تتمدد بنفس النسبة ، ويسبب هذا التمدد غير المتكافئ حملاً شديداً على الزجاج ومن ثم يتشقق ، وقد لا يتشقق القدح المصنوع من الحديد أو الألمنيوم تحت هذه الظروف لأن المعادن موصلة جيدة للحرارة ، ذلك أن القدح المصنوع من المعدن يعتمد بالحرارة بانتظام .

وتشبه بعض الصخور الزجاج في كونها موصلة رديئة للحرارة ، فالصخور تسخن أثناء النهار كثيراً ومن ثم تتمدد ، وحيث إن بعض الصخور موصلة رديئة للحرارة فلا يتغير باطنها بالحرارة إلا قليلاً جداً إذا تغيرت أبداً . وتسبب الاختلافات في تقلص وتمدد سطح الصخر وباطنه جهداً قوياً على الصخر ، وكما هي الحال مع الزجاج كثيراً ما يسبب هذا الجهد كسر الصخر أو تشققه .

الماء المتجمد يؤثر على الصخور

تجربة ٥١

هل يسبب الماء المتجمد ضغطاً عظيماً ؟

املاً زجاجة بالماء . سدها بسدادة سناً جيداً وأحكم غلقها بقطعة من خيط « الدوبارة » . ضع الزجاجة في خليط من الثلج وملح الطعام ، وقد تستعيض بالثلج الجاف عن الثلج والملح . افحص فيما بعد . ما الذي حدث ؟ اشرح ذلك .

ربما تكون قد سمعت أن مواسير المياه تنفجر عندما يتجمد الماء فيها . وحيث يتجمد الماء يتمدد ويكون له ضغط هائل يساوي حوالى ٢٠٠٠ رطل على البوصة المربعة الواحدة . وعندما تحطر السماء أو عندما يذوب الجليد ينساب الماء إلى الشقوق الموجودة بين الصخور ، وهناك يتجمد ويتمدد فيسبب تفتيت الصخور . وكثير من الصخور السائبة الموجودة أسفل جرف عال كان أصلاً قطعاً من صخور كانت تقف في أعلى الجرف ثم تفتت وخرت إلى أسفل نتيجة ضغط الماء المتجمد .



(شكل ٥٩) صخرة تكسرت بقوة شجرة نامية

النباتات النامية قد تؤثر في الصخور

تولد جذور الأشجار النامية ضغطاً عظيماً ، وأحياناً يكون الضغط كبيراً للدرجة أنه يفتت الصخر . وربما تكون قد شاهدت رصيفاً صلباً (من خرسانه) وقد ارتفع أو تكسر بفعل نباتات نامية تحته ، ذلك أن جذور النباتات تفرز أحماضاً ضعيفة تتفاعل كيميائياً مع المعادن التي تتركب منها الصخور فتضعفها .

تساعد الحيوانات على تغيير سطح الأرض

تبنى بعض الحيوانات كخنازير الأرض مثلاً بيوتاً في الأرض عبارة عن أنفاق ، فالخوافر وأنواع الخلد والفئ والديدان وغيرها من الحيوانات تعيش في الأرض وتتجول داخلها ثم تقلب التربة ، وهى إذ تفعل ذلك تنقل من باطن الأرض مواد جديدة ، وهذا مما يسهل عوامل التحات .

والإنسان أيضاً يكسر الصخور ويفتها ومن ثم يكشف عنها عندما يحفر في الأرض لشتى أغراضه ، فهو عندما بنى أمريكا أزال غابات كانت يوماً ما تحمى التربة والصخور من عوامل التعرية . وسوف تتعلم فيما بعد كثيراً عن هذا الموضوع عندما تدرس المحافظة على الطبيعة .

المواد الموجودة في الهواء تضعف الصخور

يؤثر الماء والأكسجين وغاز ثانى أكسيد الكربون الموجودة في الهواء على بعض الصخور فتغيرها وتضعفها ، ومثل هذا الفعل قد يسبب تفتيت الصخور إلى ذرات « فتينات » تكون التربة .

عوامل التعرية الأخرى تساعد التحات

إن عوامل التحات تعمل ببطء ، ولكن الصخور في النهاية تنغطي بالتربة ، ولو لم تكن عوامل التعرية فإن التحات قد يقف في النهاية ، ذلك أن تغطية التربة للصخور يحمى هذه من تأثير مقبل لعوامل التحات ، غير أن عوامل معينة من التعرية تحمل المواد المنحوتة وتعرض الصخور من جديد لعوامل التحات . والآن لندرس عوامل التعرية التى تحمل فتات الصخور من مكان لآخر .

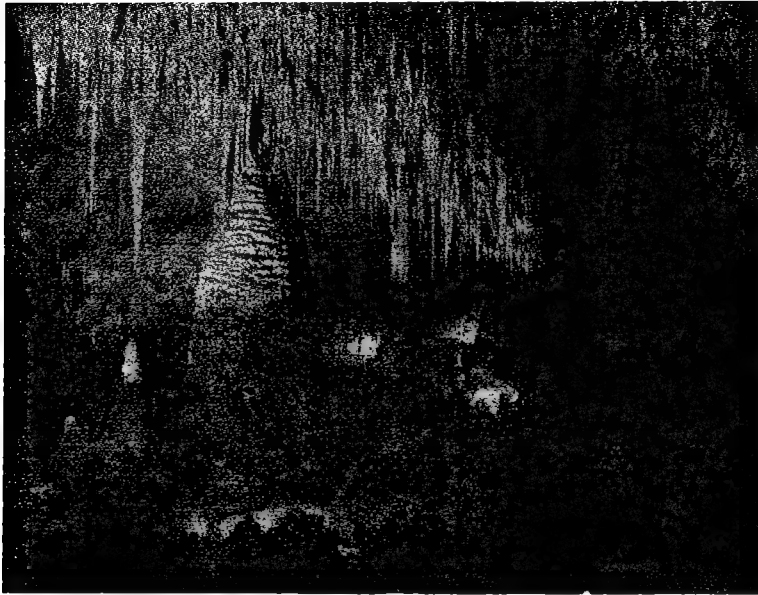
المياه الجارية أحد عوامل التعرية

عندما يسقط المطر أو الجليد على الأرض يتبخر بعض منه بينما يتجمع البعض الآخر في غدران والباقي يتسرب إلى باطن الأرض ، وهل تعرف أنه توجد أنهار تحت الأرض كما هى فوقها ؟ ربما تكون قد زرت كهفاً أو تأملت

في صور أو قرأت عن كهف الماموث في كنتكي أو كهوف كارلسباد في نيومكسيكو . تلك كهوف في الحجر الجيري ، والآل لئر كيف تكونت هذه الكهوف .

فالماء الموجود في باطن الأرض يذيب كمية من غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء ويتحد الماء مع غاز ثاني أكسيد الكربون ليكوّنا حامضاً ضعيفاً يسمى حامض الكربونيك . وحيث يجري الماء المحتوى على حامض الكربونيك على الحجر الجيري فإنه يذيب بعضاً منه . وعملية الذوبان هذه بطيئة ، ولكن مع مضي فترات طويلة من الزمن يذوب الحجر حتى يتكون كهف في النهاية . وبعض كهوف الحجر الجيري كبيرة جداً وتحتوى على تكوينات بديعة جميلة ، فهناك الستاليكتات (العمد النازلة) الضخمة التي تتدلى من السقف كالمخاريط الجليدية ، كما توجد كتل ضخمة تسمى الستالجمينات (العمد الصاعدة) « تنمو » تجاه الستاليكتات من أرضية الكهف .

والستاليكتات والستالجمينات تكوينات من الحجر الجيري . ويقطر



(شكل ٦٠). العمد النازلة والعمد الصاعدة في كهوف كارلسباد في نيومكسيكو

الماء المحمل بالحجر الجيري المذاب من سقف الكهف فيتبخر بعض الماء تاركاً رواسب من الحجر الجيري . وحيث تكبر الرواسب ينمو العمود النازل إلى أسفل من السقف ، أما الماء المتبخر من أرضية الكهف فيتسبب عنه نمو العمود الصاعدة إلى أعلى .

تجربة ٥٢

لماذا تصفر الغدران بعد المطر الغزير

بعد أن تمطر السماء غزيراً املاً إبيريقاً سمعته حواى « كوارتين » - حواى ليرين - بماء أصفر تجمعه من جدول ماء . دعه يركد لعدة أيام دون أن تقترب منه . من أين أتت الرواسب المتجمعة فى قاع الأبريق ؟

فالماء الجارى قوة عظيمة تغير سطح الأرض باستمرار ، فياه المطر والجليد الذائب تتجمع لتكوّن الجداول ، ويجرف الماء الجارى التربة وقطعاً صغيرة من الأحجار ، وتعتمد كمية المادة التى تجرفها المياه على القوة التى تجرى بها ، فكلما كان اندفاع الماء سريعاً كثرت المواد التى تجرفها ، وهى قد تستطيع أن تدفع أمامها كتلاً كبيرة من الصخر ، ويتسبب تآكل سطح الأرض أساساً من الرمل والحجارة والحصى والغرين المجروفة كلها بقوة الماء ، فهذه المواد تطحن وتكشط وتنحت مجرى النهر وشاطئيه فتعمل كما يفعل المبرد أن رقطة ورق الصقل « الصنفرة » .

وعندما يصل الجدول إلى مستوى واطىء يبطؤ جريان مائه فلا يستطيع أن يحمل معه كل المواد التى أتى بها ، فتتخلف الصخور الكبيرة أولاً ، وكلما نقصت سرعة الماء تخلفت قطع الصخر الصغيرة ، أما الغرين فانه يركد على القاع عندما يركد الماء هنيئاً .

ما هو فعل الأنهار ؟

لنتأمل فى حوض نهر الميسيسبى ، وهو من أكبر أحواض الأنهار فى الدنيا . فهذا النهر يجرى فى آلاف الأميال المربعة ، ويجمع الماء الذى

يصب في نهر المسيسيبي الغرين كلما جرى هذا في مجراه ، ويحمل الغرين تجاه خليج المكسيك . وفي الفترات التي يكون فيها سقوط الأمطار غزيراً أو عندما تذبذب الثلوج بسرعة تفيض الأنهار بمياهها على شاطئها ، ويتحرك التيار بسرعة كبيرة حاملاً معه كميات كبيرة من التربة .

وأنت تستطيع أن تدرك أن كميات هائلة من الأرض الطيبة قد جرفت خلال العصور بفعل هذا النهر ، فإذا يكون مصير تلك المواد ؟ فعندما يتسبب الفيضان يتسبب بعض الغرين على طول الشاطئين ، أما الباقي فإنه يدفع إلى مصب النهر حيث يجرف إلى خليج المكسيك . وعند المكان الذي يصب النهر فيه يبطئ التيار جداً فتترسب المواد التي حملها النهر معه ، وتكون هذه المواد الدلتا . ويعتقد أن نهر المسيسيبي وحده يحمل في عام واحد من المواد أكثر مما تستطيع حمله جميع عربات النقل في الولايات المتحدة .

الرياح عامل من عوامل التعرية

هل لاحظت أبداً كيف أن فتحات الثرى والرمل ترتفع من سطح الأرض في الأيام الجافة التي تهب فيها الرياح وكيف أن هذه الذرات « الفتيتات » تحملها تيارات الهواء السريعة ؟ ويزيد وجود هذه الفتيتات الصلبة من قوة تآكل الهواء . وفي المناطق الجافة حيث تكون حياة النبات نادرة تلعب الرياح دوراً هاماً في التعرية والتآكل ، بينما في المناطق ذات الجو الرطب تكون الأرض محمية عادة بكساء من أوراق النباتات وسيقانها وجذورها .

وربما تكون قد سمعت أن قرأت عن العواصف الترابية التي هبت على الولايات المتحدة عام ١٩٣٤ ، إذ تكونت سحب عظيمة من التراب في بعض الولايات الغربية الوسطى ثم هبت عبر البلاد حتى وصلت إلى شاطئ الأطلسي وبذلك اكتسحت ملايين الأطنان من مزارع الغرب المتوسط حيث حملت ، عبر البلاد ، كي ترسب في مزارع الولايات الشرقية . والذي حدث هو أن الفلاحين حرثوا الأرض التي كانت تحميها جذور النباتات ، ثم زرعوا المحصولات في الأرض المعرّة ، ثم أنت فترة قاسية من الجفاف ، فلم تكن



(شكل ٦١) تتآكل الصخور بفعل الرياح والمياه . إلاحظ أن أكوام الصخور قد تراكت عند
بطون الجبال المتآكلة

هناك درجة رطوبة كافية ولا نباتات في التربة لتهاusk بها التربة . وقد مزقت
الرياح التربة ففتتها ومن ثم جرفتها ، وعلى هذا تستطيع أن تدرك إذا كانت
طرق الزراعة المستعملة في المناطق ذات منسوب المطر المنخفض غير صحيحة
فان الأراضي الزراعية قد تصبح فلوات جرداء .

الثلاجات تؤثر على سطح الأرض

هل تعرف ما هي الثلاجة وكيف تتكون الثلاجات ؟ تتكون الثلاجات
من الثلج ، فاذا ما تساقط الثلج من السماء حيث نعيش فان الثلج سرعان
ما يذوب عندما يدفأ الطقس ، ولكن في بعض مناطق الأرض يتساقط من
الثلج أكثر مما يذوب ، ومن ثم يتراكم الثلج في تلك المناطق ببطء ، وحيث
تزداد كتل الثلج غلظاً فان طبقات الثلج تتحول إلى جليد يتجمد ومن ثم يكون
ما يعرف بالثلاجة ، والثلاجات ما هي إلا أنهار من الجليد تتحرك ببطء من
الجبال إلى الوديان .

ولا توجد الثلاجات في عصرنا الحاضر إلا في المناطق القطبية الشديدة
البرودة ، وفوق الجبال فقط ، كما هي الحال على جبال الألب في أوروبا

وجبال روكى فى أمريكا الشمالية ومنذ آلاف من السنين تحركت جبال من الجليد خلال أربعة عصور مختلفة على الأقل من المناطق القطبية الشمالية إلى الجنوب ، ولقد غطت تلك الثلجات مناطق واسعة من الأرض هى ما تعرف اليوم باسم كندا وجزء كبير من الولايات المتحدة موغل جنوباً حتى نهري « أوهيو » و « ميسورى » . وعندما ذابت تلك الثلجات تخلفت عنها المواد التى كانت تحملها ، ولقد تكون جزء كبير من التربة الخصبة فى الجزء الشمالى للولايات المتحدة عن طريق الثلجات ، كما أن آلافاً من البحيرات الصغيرة الموجودة فى الولايات الشمالية والبحيرات العظيمة فى الولايات المتحدة قد تكونت هى الأخرى عن طريق الثلجات .

ولقد تعجب كيف يتأتى لنا أن نعرف إذا ما كانت تربة ما قد تكونت بفعل نهر أو ثلاجة ، والواقع أن رواسب الثلاجة غير مرتبة ، فنها الجلايد والحجارة والحصى والرمل والطفل كلها مختلطة ببعضها ، بينما رواسب النهر مرتبة ، هذا إلى أن الحجارة والحصى التى تخلفها الثلجات لا تكون عادة مستديرة ملساء كتلك التى ترسيبها الأنهار والجداول ، كما أن الثلجات غالباً ما نترك صخوراً مخدوشة بفعل الحصى والرمال التى كان الجليد يمسك بها بقوة .

تجربة ٥٣

هل تستطيع الحصول على بيانات على فعل الثلجات ؟

إذا كنت تقطن بمنطقة مرت من فوقها ثلاجة ، فقم بجولة فيها لتلاحظ أية أدلة عن دور الثلجات فى التآكل . افحص رواسب من التربة ، هل تجدها مرتبة أو غير مرتبة ؟ ثم افحص صخوراً معراة بحثاً عن خدوش تركتها الثلجات عليها واكتب تقريراً بمشاهداتك .

المد والجزر والأمواج والتيارات البحرية تؤثر على الأرض

المحيطات ثائرة لا تهدأ أبداً ، فعواصف البحر تدفع الموج إلى الشاطئ بقوة عظيمة ، كما أن المد والجزر والتيارات البحرية القريبة من الشاطئ

تضرب في الشاطئ ، وعندئذ تضعف الصخور بفعل المياه الملحة ، إذ تنكسر منها قطع تسقط إلى البحر ويلطم الموج بها بقوة وجه الشاطئ الصخري ، وتناكل قطع الصخر فتكون حصي ، والحصي بدوره يفتت ليكون رملا ، وتتألب كل هذه القوى معاً فتطحن الشاطئ الصخري ببطء ولكن في قوة ، وتدفع كل هذا الحطام إلى البحر .

اختبر معلوماتك

- ١ - يؤثر تغير درجة الحرارة في الصخور. اشرح هذا .
- ٢ - لماذا يسبب الماء المتجمد شقوقاً في الصخور ؟
- ٣ - كيف تعمل الحيوانات والنباتات في تغيير سطح الأرض ؟
- ٤ - هل من الممكن اعتبار الإنسان عاملاً من عوامل التآكل والتعرية ؟
- ٥ - كيف تتكون الكهوف في الأرض ؟ ما هي الستالكتات (العمد النازلة) وما هي الستالجميتات (العمد الصاعدة) ؟
- ٦ - صف حوض نهر الميسيسيبي كعامل من عوامل التآكل والتعرية .
- ٧ - كيف يتأتى لك أن تبين ما إذا كانت تربة ما في منطقة ما قد تكونت بفعل تلالجة ؟
- ٨ - كيف تكون الرياح والأمواج والمد والجزر عوامل تآكل وتعرية ؟

المسألة الثالثة - ما هي القوى التي ترفع أجزاء من الأرض ؟

لم ير أكثرنا من سطح الأرض إلا جزءاً صغيراً ، وجددير بنا أن نكون فكرة عن الأرض من مظهر هذا الجزء القريب من دورنا ، فنحن إذا كنا نساكن في سهل قد يتبادر إلى أذهاننا أن تلك المنطقة كانت مسطحة دائماً أبداً ، وبالمثل إذا كنا نقطن بمنطقة جبلية فقد نفكر أن الجبال القائمة بها كانت كما هي منذ الأزل . ولكن الإنسان لا يعمّر طويلاً كي يشاهد التغيرات العظيمة التي تحدث في الأرض على الدوام .

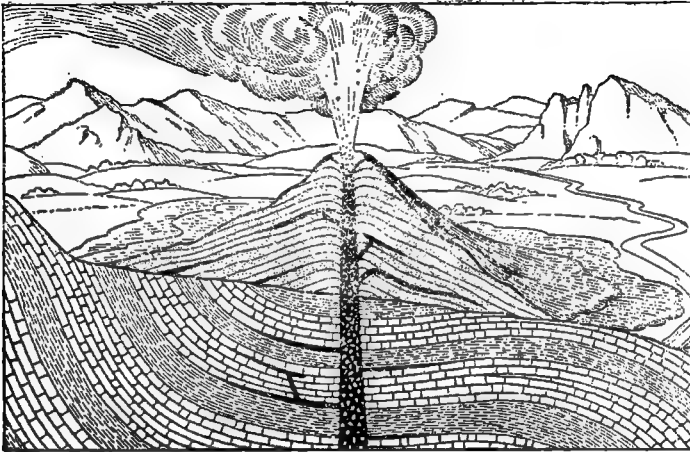
ولقد تعلمت في المسألة السابقة أن هناك قوى تعمل باستمرار في نحت

الأجواء العالية من الأرض ، فإذا ما ظلت تلك القوى تعمل دون عائق يعوقها عن عملها انخفضت القارات جميعها مع مضي الزمن إلى مستوى البحر ، غير أن هناك مجموعة أخرى من القوى تعمل من باطن الأرض ببطء ، فترفع كتلا إلى سطحها ، فننظر الأرض كما نراه في العصر الحاضر إنما هو نتيجة لعمل تلك المجموعتين من القوى العظيمة .

كيف تؤثر البراكين على الأرض ؟

تنشق بعض الجبال من حين لآخر فيذبعث منها الرماد والتراب والغازات والحجم ، وتسمى هذه الجبال بالبراكين ، ويوجد منها في العصر الحاضر حوالى ٣٠٠ بركان نشيط ، ولكن كانت البراكين النشيطة في العصور الحالية أكثر من ذلك عدداً ، فقد دكت مدائن كاملة ومن ثم انطمست بفعل البراكين ، ففي عام ٧٩ انشق جبل فيزوف بالقرب من نابور في إيطاليا فغطى مدينتي بومبي وهركيولانيوم ، ولقد أعيد اكتشاف مدينة بومبي عام ١٧٤٨ ، ومنذ ذلك الحين يزال عنها الرماد المتراكم بالحفر في عناية كاملة .

وما هو البركان ؟ لقد ظن في وقت ما أن الجزء الأكبر من جوف الأرض يتركب من كتلة منصهرة تغطيها انقشرة الأرضية ، وأن البراكين



(شكل ٦٢) شكل تخطيطي لمقطع يبين تركيب البركان ، وقد تكون المخروط المحيط بالبركان من تراكم طبقات من الحمم نتيجة للانقشاقات السابقة

كانت « صمامات الأمن » بالنسبة لهذا الجوف المليء بالسائل الساخن ، ولكن دلت البحوث الأخيرة على أن جوف الأرض صلب جامد في صلابة الصلب ، وعلى ذلك لا بد من تفسير آخر للبراكين ، والاعتقاد السائد الآن هو أن هناك جيوباً من مواد منصهرة تكونت في أماكن مختلفة في جوف الأرض ، من المحتمل أنها لا تبعد عن سطح الأرض بأميال كثيرة ، أما كيف تكونت هذه الجيوب من الحمم فأمر غير معروف على وجه التحديد .

والبراكين في العصر الحاضر عموماً تبني مخروطات تظهر واضحة على سطح الأرض ، ولم تبني براكين عديدة في الماضي مثل تلك المخروطات ، فالأحرى أن حممها المنصهرة قد اندفعت خلال شقوق في الأرض ، وقد كون فيض من الحمم سهولاً منبسطة تمتد آلافاً من الأميال المربعة ، وعلى هذا ساعدت البراكين بإلقائها للصخور المنصهرة من باطن الأرض إلى سطحها في جعل الأرض تبقى عالية فوق مستوى البحر .

كيف تتكون الجبال ؟

إن تكوين الجبال هو إحدى الطرق التي يتغير بها سطح الأرض ، ولقد رأينا كيف أن جبالات عديدة جداً قد تكونت نتيجة لفعل البراكين ، كما أن هضاباً عديدة قد تكونت من سيل الحمم ، فبعض حمم جبالنا ما هو إلا مخاريط لبراكين قديمة ، ولكن ليست كل الجبال قد تكونت على هذه الصورة من فعل البراكين .

فقد تكونت أيضاً تلال وجبال نتيجة تحركات صفور هي جزء من القشرة الأرضية ، ذلك أن القشرة الأرضية تنحرف وتلتوى ونتيجة ذلك أن بعض مناطق الأرض تعلو ببطء فتظهر طيات شاهقة أو تضاريس تكون التلال والجبال ، والواقع أن صفور بعض التلال والجبال التي تصاعد في السماء آلافاً من الأقدام فوق سطح الأرض قد تكونت على هيئة طين طرى فوق قاع المحيطات .

ولكن ما الذى يسبب دفع الصخور فوق سطح الأرض ؟ الواقع أن العلماء وإن كانوا قد كشفوا عن حقائق كثيرة تثبت أن سطح الأرض قد ارتفع فى مناطق كثيرة فوق اليابسة أخف وزناً من الصخور الموجودة فى قاع المحيطات ، وثمة تفسير معقول لتلك التحركات ، فلو أن المواد الثقيلة الموجودة تحت البحر غاصت إلى أسفل تجاه مركز الأرض فإنها تدفع بالمواد الخفيفة التى تتكون منها القارات إلى أعلى ، وبهذا ترتفع اليابسة وتعلو بينما تزداد المحيطات عمقاً . والواقع أن وجود بعض سلاسل الجبال مثل « روكى » و « أبالاچنى » فى أمريكا الشمالية بالقرب من السواحل يميل بنا إلى تأييد هذا الرأى .

ما الذى يسبب الزلازل ؟

يحدث بعض الزلازل نتيجة لنشاط البراكين ، بينما يحدث البعض الآخر نتيجة تغير فى وضع الصخور ، فقد يصحب تحركات الأرض انزلاق مفاجئ فى الصخور ، وعندئذ تنبعث ذبذبات فى الأرض تنتقل فيها إلى مسافات ، وتعرف هذه الذبذبات بالزلازل ، وقد تسبب اهتزازات ضعيفة فى الأرض ولكنها تكون فى بعض الأحيان عنيفة جداً ، وعندما تزلزل الأرض تهتز المباني العالية وتهار المنازل وتنفجر مواسير المياه والغاز كما أن خطوط المواصلات تتحطم فتهدم مدينة بأسرها فى دقائق قليلة ، كما حدث عندما حطم واحد من الزلازل البالغة العنف التى ظهرت فى الولايات المتحدة جزءاً كبيراً من مدينة سان فرانسيسكو عام ١٩٠٦ .

ويحدث عدد من الزلازل كل عام ، بعضها ضعيف جداً والبعض الآخر مخرب جداً . وتدرس الزلازل وتعرف مراكزها بواسطة جهاز حساس جداً يسمى السيسموجراف . ويتركب السيسموجراف من خطار (بندول) (أى ثقل يتلى من سلك) فى نهايته مؤشر ساكن لا حراك فيه ، ولكن عندما تهتز الأرض يهتز البندول معها ، وفى أثناء هذه الهزات أو الخلجات يحرك البندول ذراعاً تترك علامات صغيرة على ورقة صغيرة مغطاة بالصنّاج (الهباب) ،

وتوضع الورقة السوداء على قرص يدور أوتوماتيكياً تحركه ساعة ، ويستطيع العلماء بتفسير تلك العلامات المتركة على الورقة اسوداء أن يحسبوا شدة هزات الأرض ركم من الوقت استغرقت .

وكثير من الزلازل ضعيف فلا يلاحظ ، ولكن البعض الآخر مروع ، ويذبح للناس الذين يعيشون في مناطق تكثر بها الزلازل أن يهربوا لأنفسهم مباني مساكن واقية من الزلازل .

تجربة ٥٤

هل لا يزال نشاط الزلازل والبراكين قائما حتى اليوم في الأرض ؟

يستطيع كل طالب في فصلك أن يجمع المقالات الصورانفوتوغرافية من الصحف و لمجلات عن ثورات البراكين والزلازل . ضع هذه المقالات والصور في « ألبوم » أو علقها في مجلة الحائط العلمية .

اختبر معلوماتك

- ١ — كيف تبني البراكين الجبال ؟
- ٢ — كيف أمكن للجيال المشاهدة مثل جبال روكي أن تتكون ؟
- ٣ — ما هو الزلزال ؟ ما الذي يسبب الزلازل ؟
- ٤ — ما هو السيسموجراف ؟

المسألة الرابعة - كيف تتكون انواع التربة ؟

لقد عرفت كيف أن عوامل التآكل والتعرية تفتت الصخر إلى ذرات « فتيئات » وكيف تنقل عوامل أخرى تلك المواد من مكان لآخر ، بعملية التآكل والتعرية هامة جداً بالنسبة للجنس البشرى لأنها هي المسئولة عن تكوين التربة .

وتسمى المادة السنية التي تغطي الصخور بالكساء الصخري ، يسمى أى من هذه الأكسية الصخرية الذى ينمو فيه النبات بالتربة ، وقد تكونت

بعض أنواع التربة نتيجة عملية التحات في طبقات الصخور التي تتركز عليها الآن . وتسمى هذه بالتربة المتخلقة ، ولكن في أكثر الأحيان تأتي التربة وتتراكم من المكان الذي تكونت فيه إلى مكانها الجديد ، وتسمى هذه التربة بالتربة المنقولة .

قيمة التربة

ما هي أئمن مادة وأنفعها على الأرض ؟ ربما تظن أنها الذهب أو الفضة أو أى جوهر آخر يستخرج بكثرة من المناجم ، وهذه المعادن لا شك مفيدة للغاية وقد نخسر كثيراً لو أنها غابت عنا ، غير أن ثروتنا العظيمة هي في التربة ، ذلك أن الكائنات الحية تعتمد على التربة لتحميها ، فتحصل النباتات على الماء والأملاح من التربة مباشرة ، كما أن الإنسان والحيوانات الأخرى تعيش على النباتات ، فالأطعمة التي نغذى بها أجسامنا تأتي أصلاً من التربة .

ومنذ آلاف السنين كانت الزراعة إحدى حرف الإنسان الأساسية ، واليوم يزداد تعداد البشر قدماً وبكثرة ، فنحن نحتاج أكثر من أى وقت مضى إلى إنتاج مزارعنا ، فنحن لا نحصل على المواد الغذائية من الزراعة فحسب وإنما أيضاً على مواد نصنع منها كساءنا ونركب منها دواء ونبنى بها بيوتاً ، وأشياء أخرى كثيرة نافعة تأتي من التربة أيضاً .

تكوين التربة

لقد تعلمت كيف أن قوى الطبيعة تفتت الصخر إلى قطع صغيرة ، وكيف أن الغدران والثلاجات والرياح تلتقط هذه الفتيتات وتحملها إلى مناطق أخرى فتساعد كل هذه العوامل على تكوين التربة .

وبعد فما هي التربة ؟ لو أنك فحصت تربة ما بعناية لوجدت أنها ليست « مجرد قاذورات » فعظم التربة مادة معدنية على هيئة فتيتات من الصخر ، وقد نشأت هذه الفتيتات من الصخور الكبيرة إذ برتها هذه القوى الطبيعية المختلفة . وتتكون أكثر الترب صلاحية للمحصولات الزراعية ومحصولات

الحدائق عادة من مخلوط من الرمل والصلصال والدبال ، ويسمى الخليط المتكون من مقادير متساوية تقريباً من الرمل والصلصال بالتربة الصفراء ، وتسمى التربة التى تحتوى على صلصال أكثر من الرمل بالتربة الصفراء الطينية أما تلك التى تحتوى على رمل أكثر من الصلصال فتسمى بالتربة الصفراء الرملية ، ولقد أتى الرمل والصلصال فى تربتنا من تفتت الصخور ..

ويتركب الدبال من أجساد الحيوانات والنباتات التى تم تحللها والتى فى دور التحلل بعد موتها كأوراق النباتات والمخضبات الحيوانية ، وهى تكسب التربة لوناً أسود . ويجعل الدبال التربة إسفنجية فتزداد قدرتها على امتصاص الماء والاحتفاظ به ، ذلك الماء الذى تحتاج إليه النباتات ، كما أن بها مقادير وفيرة من الأزوت والبوتاسيوم والفسفور التى يحتاج إليها النبات فى نموه .

أشياء أخرى فى التربة الخصبة

تحتوى التربة على الماء والهواء . وتستعمل النباتات الماء فى صنع غذائها كما أنه مطلوب لإذابة الأملاح التى تحتاج إليها لنموها ، وتمتلئ الفجوات بين حبيبات التربة بالهواء كما أن بعض الهواء مذاب فى ماء التربة . وتحتاج النباتات إلى الهواء من أجل الأكسجين الذى يحتويه ، فلا قبل لجذورها على النمو دون أكسجين . كما أن الأكسجين ضرورة للكائنات الأخرى الحية الموجودة فى التربة .

وتأوى التربة كثيراً من الكائنات الحية ، فحفنة من التربة قد تحتوى على ملايين الكائنات الحية المجهرية المسماة بالبكتيريا ، وكثير من البكتيريا مفيد للنباتات الراقية التى تنمو فى التربة . وبالإضافة إلى البكتيريا توجد بالتربة أنواع كثيرة من الفطر والطحالب (وهى نباتات خضراء صغيرة) وأنواع مختلفة من الحيوانات . ويجعل كثير من هذه الكائنات الحية التربة مسامية ، وبهذا تزيدها نفعاً بالنسبة لنمو النبات ، كما أنها تساعد على تغيير الحبيبات من الأملاح والدبال بأن تجعلها قابلة للذوبان فى الماء .

ما هو نوع التربة فى المنطقة التى تعيش فيها ؟

اجمع عينة من التربة من حديقة أو مزرعة قريبة منك . ضع كمية صغيرة منها على ورقة بيضاء وافحصها بعدسة مكبرة . ابحث فيها عن دقيقات من الرمل والصلصال والدبال . وتارة تكون دقيقات الطين من الضالة بحيث تحتاج إلى الشبثية الكبيرة فى المجهر لرؤيتها ، هل تستطيع أن تحدد نوع عينة التربة التى تفحصها ، هل هى تربة صفراء أو تربة صفراء رملية أو تربة صفراء طينية ؟

عقاقير عجيبة من التربة

كثير من النباتات الدقيقة التى تعيش فى التربة تستطيع أن تكون مواد تقتل جراثيم المرض ، فاذا أخذت بين إصبعيك بعض التربة من حقل خصب فقد لا ترى شيئاً غير عادى ، ولكن هذا المقدار الضئيل من التربة الذى أمسكت به بين إصبعيك يحتوى على كائنات حية ربما تفوق البشر أجمعين من حيث العدد .

وعندما يبحث المختصون بتحضير العقاقير عن عقاقير جديدة فأنهم يضعون كمية صغيرة من التربة فى أنبوبة اختبار ويضيفون إليها بعض الماء المقطر ويقلبون المخلوط ، ثم إنهم يضعون جزءاً من المخلوط فى طبق بترى (وهو طبق خاص يستخدم خصيصاً لزراعة مستعمرات الفطر والبكتيريا) . وعندما يتم نمو الفطر والبكتيريا فأنهم يختبرونها للكشف عن النواتج الكيميائية التى تقتل الكائنات الحية الأخرى الضارة أو توقف نموها ، وإن البحث عن العقاقير بهذه الوسيلة كالببحث عن إبرة فى شونة ، ولكن هذه الطريقة عيناها هى التى ساعدت على الكشف عن العقاقير السحرية من أمثلة البنسلين والأوربوميسين والاستربتوميسين التى تقتل جراثيم بعض الأمراض التى تصيب الإنسان .

الطاقة و سطح الأرض المتغير

إن سطح الأرض فى تغير مستمر ، فلقد رأيت كيف أن مجموعة من القوى تآكل وتهرى بعض الأماكن المرتفعة بينما تملأ مجموعة أخرى من القوى

الأمكنة المنخفضة ، هذا إلى مجموعة ثالثة تعمل على رفع مساحات من الأرض ، فكيف تحدث هذه التغيرات ؟

إنها الطاقة المستمدة من الشمس هي التي تحدث تلك التغيرات التي تصيب سطح الأرض على الدوام ، فلقد رأيت أن حرارة الشمس هي التي تحدث تغيرات في درجة حرارة الجو وأن هذه التغيرات في درجة الحرارة هي التي تسبب الرياح والأمطار ، كما أن حرارة الشمس هي التي تسبب تبخر مياه المحيطات فتضخيم إلى الجو رطوبة .

والماء هو أعظم عامل من عوامل التآكل والتعرية ، ويستطيع الواحد منا أن يشاهد بنفسه كيف يعمل الماء في الجبال أو في السهول أو عند شواطئ البحر ، والمياه الجارية تكتسح التربة فتقلعها من مكانها لتحط بها في أمكنة أخرى .

ويسبب عدم تساري تسخين سطح الأرض تحركات في الهواء ، فانسحاب الماء المستمر من الجبال إلى البحر إنما يضمه بخار الماء الذي تحمله الرياح ، كما أن الرياح مسئولة عن تلاطم الأمواج على شواطئ البحيرات والمحيطات . هذا إلى أن الرياح أيضاً عامل مهم من عوامل النقل ، فعاصفة رياح واحدة تهب في المنطقة الجنوبية للولايات المتحدة قد تذر مليوناً من أطنان الأتربة لتيهه فوق اثنتى عشرة ولاية .

وتحمل عوامل التآكل والتعرية كميات هائلة بجداً من المواد من مكان إلى آخر فتنتقص الوزن في مساحة ما لتزيده في مساحات أخرى ، ومع مضي الزمن تصبح الصخور في قيعان المحيطات أكبر ثقلاً من مساحات اليابسة ، وعندئذ تغور الأراضي المنخفضة إلى أسفل كلما انتزعت الصخور من أسفلها ، بينما تدفع الأراضي العالية إلى أعلى فتزداد علواً . وعلى هذا فأنت ترى أن توزيع طاقة الشمس وتحولاتها تلعب دوراً هاماً في تغير الأرض المستمر .

اختبر معلوماتك

- ١ — من أين أتى الرمل والصلصال ؟
- ٢ — ما هو الدبال ؟ من أين أتى ؟

- ٣ - لماذا كان الدبال ضرورياً في التربة ؟
 ٤ - لماذا يجب أن تحتوى التربة الصالحة على الهواء والماء ؟
 ٥ - هل بكتيريا التربة مفيدة ؟ ما هو الدور الذى تلعبه ؟
 ٦ - كيف حصل على عقارى البنسلين والأوريوميسين ؟

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الاولى

- عمر الأرض بليونان من السنين على الأقل .
 الحفريات هي آثار أو بقايا الحياة القديمة .
 تبين دراسة الحفريات أن الكائنات الحية قد ظهرت على الأرض منذ بليون سنة على الأقل .
 تبين دراسة الحفريات أن الكائنات الحية البسيطة غاية البساطة قد ظهرت على الأرض في البداية ثم تبعها أشكال مركبة .

المسألة الثانية

- تضعف عوامل التآكل والتعرية الصخور وتبريها .
 عوامل التحات هي : (١) تغيرات درجة الحرارة (٢) تجمد الماء (٣) النباتات والحيوانات (٤) الفعل الكيموى .
 وتنقل عوامل التآكل والتعرية الآتية المواد من مكان إلى مكان :
 (١) المياه الجارية (٢) الرياح (٣) الثلجات و(٤) المد والجزر والأمواج .

المسألة الثالثة

- هناك قوى تعمل في باطن الأرض يبطئ على رفع أجزاء من الأرض مكونة تلالاً وجبالاً وهضاباً .
 يحدث نشاط البراكين وانزلاق الصخور المفاجيء ذبذبات في الأرض تسمى بالزلازل .

المسألة الرابعة

- التربة الخصبة هي إحدى ممتلكات الإنسان النفيسة جداً .
تتكون التربة من الصخور بفعل عوامل التآكل والتعرية .

أسئلة للمناقشة

- ١ — كيف تمكن العلماء من تقدير عمر الأرض بـبليونين على الأقل من السنين؟
- ٢ — أين تبحث عن الحفريات ؟
- ٣ — ناقش النتائج التي توصل إليها العلماء من دراساتهم للحفريات .
- ٤ — لخص عوامل التآكل والتعرية وناقشها .
- ٥ — ناقش أسباب العواصف المثيرة للغبار في الولايات الغربية الوسطى .
- ٦ — كيف يتأق الإنسان أن يقرر ما إذا كانت التربة ثلجية أو أنها تكونت نتيجة لترسيب الجداول والغلران ؟
- ٧ — هل ترسبت تربة المنطقة التي تعيش فيها بالغلران أم بالثلاجات ؟
- ٨ — ما هي القوى التي تعمل على رفع أجزاء من قشرة الأرض ؟
- ٩ — كيف تتكون الجبال ؟
- ١٠ — لماذا كانت الزراعة إحدى حرف الإنسان الهامة جداً ؟
- ١١ — مم تتكون التربة ؟
- ١٢ — تكلم على أهمية الكائنات الحية في التربة .

تمرين على حل المسائل

كان سام ورجرو ولسون يعدان العدة لقضاء الصيف في نيومكسيكو ليجمعوا الصخور والمعادن ، فقال سام : « ينبغي لنا ياردجر أن نحضر معنا عينات من التربة من كل ولاية نمر بها ، فقد نحتاج في دراستنا لعلم الحياة إلى أن نختبر تأثير النماذج المختلفة للتربة على نمو النبات »

وبعد مضي ثلاثة أشهر من هذا الحديث كان الشابان يحضران تجربة

ضابطة مستعملين فيها الذرة والقمح وفول الصويا ، وقد كانت لسيهما صناديق مليئة بعينات من التربة جمعها من ثماني ولايات . وبينما هما يرسمان الخطة للبدء في تجربتهما تساءل راجر : « لماذا لانسخن كلا من هذه العينات لدرجة حرارة ٣٠٠° تقريباً في فرننا لمدة ساعتين أو أكثر ؟ » .

ما الذى تراه السبب الذى يدعو إلى تنفيذ فكرة راجر ؟ اذكر مسألة يستطيع الشبان أن يفحصها بالمواد المذكورة . صف كيف يمكنك أن تعمم تجربة ضابطة للمسألة التى تقررها . ارسم أشكالاً توضح خطوات التجربة وبين الأجزاء على الرسم . دون العامل التجريبي والعامل الضابط .

٦ كيف نحصل على المواد من الأرض ونستعملها

لقد ظهر الإنسان على الأرض منذ زمن بعيد ، وكانت احتياجاته في البداية قليلة ، الغذاء والكساء والمأوى كانت تغنيه ، أما اليوم فإن احتياجات الإنسان تنزايد باستمرار ، ولكي يسدها اخترع أشياء جديدة كان عليه أن ينتجها بكميات كبيرة يزيدها في كل عام ، فمحن نعيش في « عصر الوفرة » فلدينا تحت إمرتنا آلاف من الآلات والأدوات لم تكن معروفة للإنسان البدائي ، لكي نصنع الأشياء التي نحتاج إليها ينبغي أن تتوافر لدينا موارد لا تنضب من المواد الخام كالمعادن والفحم والبتروول والأحجار ، وتأتي كل هذه المواد من القشرة الأرضية .

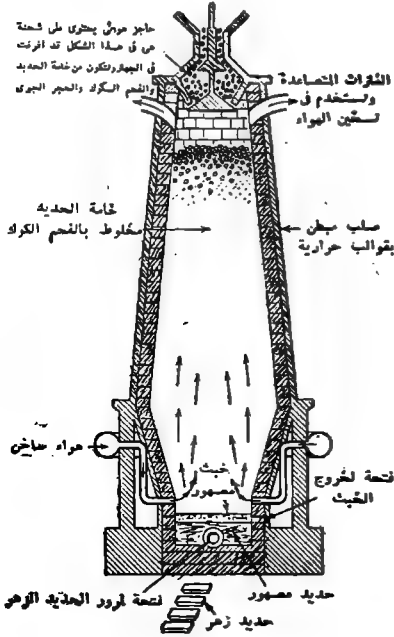
والأرض عبارة عن دولاب مليء بالكنوز يحتوي على ثروات ضخمة في أجزائه المختلفة ، فن حديد هنا وفحم وبتروول هناك ، والألمنيوم والمعادن الأخرى في أماكن أخرى ، وقد اخترع الإنسان وسائل ليستخرج بها هذه الأشياء من الأرض بالتنقيب والحفر والسحب والتفجير ، والباحثون عن هذا الكنز العظيم هم المشتغلون في المناجم والعلماء والمخترعون ورجال الصناعة ، فهم يحفرون الأرض ليجدوا المواد الخام ويحولوها إلى الأشياء التي نحتاج إليها .

المسائل التي سوف نعالجها

- ١ — ما هي المعادن النافعة التي نحصل عليها من الأرض ؟
- ٢ — ما هي أنواع الوقود التي نحصل عليها من الأرض ؟
- ٣ — ما هي مواد البناء التي نحصل عليها من الأرض ؟

المسألة الاولى - ما هي المعادن النافعة التى نحصل عليها من الأرض ؟

دعنا نقف هنيهة لنفكر فى جميع الأشياء التى تصنع من المعادن ، ففى بضع ثوان نستطيع أن نذكر الطيارات والسيارات والسفن والقطر الحديدية والكبارى وجميع أنواع الآلات والمواقد والمسامير والمزاجج والنقود المعدنية وآلاف غيرها. فهل تستطيع أن تتصور كيف تكون حياتنا بدونها ؟ فلنر الآن كيف يحصل الإنسان على الحديد والألمنيوم والذهب والفضة والقصدير والنحاس والزنك .



الحديد أنفع معادننا.

يستعمل الإنسان الحديد أكثر من أى معدن آخر، ولا يوجد الحديد فى الأرض نقياً وإنما متحلاً بعنصر أو أكثر من العناصر الكيميائية، ويسمى الحديد الذى نأخذه من الأرض على هذه الصورة بالحديد الخام .

(شكل ٦٣) يفصل الحديد عن المادة الخام فى فرن اشتعال

وفصل الحديد من الحديد الخام فى أفران اشتعال كبيرة ، فيخلط الخام بالفحم الكوك والحجر الجيري ثم توضع هذه كلها فى فرن الاشتعال وتسخن ، وتفصل هذه العملية الحديد من الحديد الخام ، ويسيل الحديد من قاع الفرن خلال فتحة يجرى منها على هيئة سائل ساخن أبيض .

ويسمى الحديد السائل من فرن الاشتعال بالحديد الزهر ، وفوائده محدودة لأنه هش ، ولكن معظم حديدنا مصنوع من الصلب . والصلب حديد نقي مضاف إليه معادن أخرى تجعله يناسب احتياجات الإنسان ، ويحتوى الصلب أيضاً على نسبة مئوية صغيرة من الكربون .

والصلب معظمه حديد ولكن تصنع أنواع عديدة من الصلب بإضافة مواد مختلفة إلى الحديد ، فأنت ربما استعملت مديّة (مطواة) مصنوعة من حديد غير قابل للصدأ حضّر بإضافة النيكل وعنصرين آخرين إلى الحديد النقي . والصلب المستخدم في صناعة اللوالب (اليايات) غير القابلة للكسر يحتوى على كميات مناسبة خاصة من أربعة عناصر أخرى بالإضافة للحديد ، وتكفى أن تعلم أن هناك ثلاثين نوعاً من الصلب تدخل في صناعة السيارة .

الذهب والفضة معدنان نفيسان

الذهب والفضة معدنان لهما لون جذاب وبريق جميل ، وهما معدنان لينان فيخلطان بالنحاس عادة أو بأى معدن آخر لزيادة صلابتهما واحتمالهما لصناعة النقود والحلى والزينة .

هل تعرف ما هو الخاتم الذهب من عيار ١٨ قيراطاً ؟ فدرجة نقاوة الذهب تقاس بالقيراط ، فالذهب الخالص ما كان عياره أربعة وعشرين قيراطاً ، أى إن الذهب من عيار ١٨ هو $\frac{1}{4}$ من الذهب الخالص و $\frac{7}{8}$ من معدن آخر . والذهب من عيار ١٦ قيراطاً هو $\frac{2}{3}$ ذهب خالص و $\frac{1}{3}$ من معدن آخر ، وهكذا . ولما كان الذهب والفضة معدنين غالي الثمن فتصنع كثير من الأدوات من الحلى الدقيقة وأدوات المائدة لا من الذهب الخالص أو الفضة الخالصة ولكنها تطلّى فقط بطبقة من الذهب أو الفضة ، وتسمى مثل هذه الأشياء « بالمذهبة » أو « بالمفضضة » .

ويوجد الذهب في بعض الصخور ، وهو يوجد أحياناً ككتل من التبر النقي ، ويوجد الذهب حتى في ماء البحر ، ذلك أن ذهباً قليلاً جداً موجود في معظم الصخور وماء المحيطات ، غير أن نفقات استخراجة تفوق كثيراً ما تساويه الكميات المستخرجة .

ويستخرج بعض الذهب من مناجم عميقة ، كما أن الذهب يستخرج

من الزلط من مجارى الأنهار والغدران ، ذلك أن الغدران التى تجرى من الجبال تأكل الصخور التى تحتوى على الذهب ، وحيث إن الذهب معدن ثقيل جداً تسقط قطع منه فى قاع الغدران ؛ ومنذ مائة عام اندفع الناس صوب كاليفورنيا فى جموع هائلة كانت تعرف بالباحثين عن الذهب وذلك بعلم أن اكتشفت كتل من الذهب فى مجارى الغدران هناك .

وتوجد الفضة أحياناً فى حالة نقية ، غير أن معظم فضتنا مستمد من خامات الفضة ، ولقد استعملت الفضة فى صناعة النقود منذ قرون عديدة ، وهنا فى الولايات المتحدة تصنع الدولارات الفضية وأنصاف الدولارات وأرباع الدولارات وأعشارها من ٩٠ فى المائة من الفضة و ١٠ فى المائة من النحاس ، وتستعمل كميات كبيرة من الفضة فى صنع السكاكين والشوك والملاعق ، وربما تستعمل كميات أكبر من هذه فى صناعة الأفلام الفوتوغرافية .

للنحاس فوائد هامة

لقد كان النحاس من أول المعادن التى استعملها القدماء ، وهو أحياناً يوجد فى حالة نقية ، ولكنه عادة يكون مخلوطاً بعناصر أخرى ، ويكون استخراج النحاس من مناجمه صناعة هامة جداً .

وتستعمل كميات كبيرة من النحاس فى العصر الحاضر ، ذلك أنه موصل بديع للكهرباء والحرارة ، فعظم الأسلاك الكهربائية والموصلات بأنواعها المختلفة مصنوعة من النحاس . فتأمل فى الضوء الكهربى وأسلاك التلغراف والتليفون فى هذه البلاد وحدها ، ولما كان النحاس جيد التوصيل للحرارة فتصنع منه الغلايات والقزانات ، كما أن كميات كبيرة من النحاس تستعمل أيضاً فى بناء السيارات والقاطرات .

تجربة ٥٦

كيف يمكن فصل معادن من خامة ؟

يمكن فصل بعض المعادن من خاماتها بوساطة الفحم النباتى (أى المحضر بحرق الخشب) والحرارة . ضع بعضاً من أكسيد النحاس أو أكسيد

الرصااص فى أنبوبة اختبار صلبة . غط الأكسيد بمسحوق الفحم النبائى المشار إليه ثم سخن ، فهل يمكنك أن تجد بعض النحاس الخالص أو الرصاص الخالص فى أنبوبة الاختبار ؟

القصدير ليس وفيرا

نحن نشترى أشياء كثيرة فى علب من القصدير وربما نظن أن القصدير معدن متوافر جداً ورخيص جداً ، والحقيقة أن الأشياء المصنوعة من القصدير الخالص قليلة جداً ، فعلب القصدير مصنوعة من ألواح من الحديد مغطاة بطبقة رقيقة جداً من القصدير ، ويستعمل القصدير فى صناعة العلب لحفظ الأطعمة والزيت والألوان لأنه لا يتأثر بالهواء أو الماء ، كما أنه لا يتفاعل مع الأحماض الموجودة فى الأطعمة ، وتستعمل ألواح القصدير الثقيلة أيضاً فى تبطين الأوعية التى يجمع فيها اللبن وأجهزة فصل الزيت وأجهزة التعقيم .

تجربة ٥٧

هل يدخل الحديد فى صناعة علبه القصدير ؟

افحص حوائى علبه من القصدير ، هل تستطيع أن ترى أين تنهى طبقة القصدير السطحية ؟ هل يوجد قصدير أكثر من الحديد فى علبه القصدير أو أقل منه ؟

الألنيوم معدن مفيد

إذا كانت لديك فى منزلك أوان للطهو مصنوعة من الألنيوم ، فن المحتمل أن تكون قد لاحظت أن الألنيوم معدن خفيف الوزن جداً ، كما أنه موصل جيد للحرارة ، هذا بالإضافة إلى أنه لا يتأثر بالهواء أو الماء أو أحماض الأطعمة ، فهو إذن مناسب جداً لصناعة أوانى الطهو ، وحيث إن الألنيوم قوى جداً وخفيف الوزن فإنه معدن مثالى لصناعة الطائرات . ولألنيوم فوائد جمة أخرى . وهو يستعمل كمسحوق فى صناعة طلاء الألنيوم ، كما أن السلك الرقيق فى بعض مصابيح التصوير الفوتوغرافى الابلى مصنوع من الألنيوم .

ولا يوجد الألمنيوم خالصاً في الأرض ، ولكن توجد منه كميات كبيرة في الطين العادي ، ولكن لا يمكن فصله ، على الأقل في الوقت الحاضر ، من المواد الأخرى الموجودة في الطين بطريقة اقتصادية أى تغطي تكاليفها ، أما معظم الألمنيوم فإنه يأتي في عصرنا الحاضر من خامه تسمى البوكسيت .

فوائد الزنك

الزنك معدن كثير الاستعمال ، ولا شك أنك قد سمعت بالحديد المجلفن ، فالحديد المجلفن عبارة عن حديد مغطى بطبقة من الزنك ، فتعمل تلك الطبقة على وقاية الحديد من التأكسد ، فهلا فحصت أبداً بطارية جافة ، فعلة البطارية الجافة مصنوعة من الزنك ، ويستعمل الزنك في صناعة الطلاء ، كما تستعمل ألواح الزنك أحياناً في تسقيف البنايات والمواسير الرئيسية .

ويستعمل كثير من الزنك في صناعة السبائك ، والسبيكة هي مخلوط من معدنين أو أكثر ، فالنحاس الأصفر يتركب من النحاس والزنك ، والفضة الألمانية تحتوى على زنك ونحاس ونيكل ، أما البرونز فإنه يتكون من الزنك والنحاس والقصدير .

فوائد النيكل

النيكل معدن صلب له درجة عالية من الصقل ، فهو لا يتأكسد ولا يتكدر لونه ، غير أنه معدن غالى الثمن ، وهو يستعمل أساساً في طلاء النحاس والنحاس الأصفر والحديد وكلنا يعرف الأدوات « المنكدة » كما أن قطعة العملة التي نسميها « النيكل » ^(١) تحتوى على نحاس أكثر من النيكل ، ويدخل النيكل في تكوين السبائك وبخاصة مع الحديد .

الزئبق معدن جدير بالذكر

الزئبق هو المعدن الوحيد الموجود في الحالة السائلة تحت درجات الحرارة العادية . وهو يسيل في الأنابيب الزجاجية دون أن يترك على سطحها أثراً أى

(١) قطعة من العملة النقدية تستعمل في الولايات المتحدة الأمريكية

لا يبلله ، وهو ينكش ويتمدد بنظام مع تغيرات درجة الحرارة . وقد جعلت هذه الصفات من الزئبق مادة مثالية للاستعمال في مقاييس الحرارة (الترمومترات) ، ويستعمل أطباء الأسنان الزئبق مع الذهب والفضة لحشو الأسنان ، كما يستعمل الزئبق في البارومترات ومضخات التفريغ وفي الوصلات الكهربائية . ويوجد الزئبق أحياناً في الحالة الخالصة أى النقية ، غير أن المورد الرئيسى لهذا المعدن خامه حمراء تسمى السنابار ، فعندما يسخن السنابار الحام يفصل عنه الزئبق على هيئة بخار يجمع في أوعية باردة .

تجربة ٥٨

كيف يمكن فصل الزئبق من الخام ؟

تكون الحرارة وحدها أحياناً كافية لتغيير الخام وفصل المعدن عنه . سخن بعضاً من أكسيد الزئبق الأحمر في أنبوبة اختبار ، هل يتجمع الزئبق على جوانب الأنبوبة ؟

تجربة ٥٩

الى أى حد تستعمل المعادن في العصر الحاضر ؟

كم من الفوائد المختلفة تستطيع أن تعدها لكل من المعادن الآتية : الحديد ، الذهب ، الفضة ، النحاس ، الزنك والألومنيوم ؟

تجربة ٦٠

كم من انواع المعادن يمكنك ان تجدها ؟

كون مجموعة من قطع صغيرة من أنواع مختلفة من المعادن . اعرض مجموعتك على فصلك في المدرسة ، ثم قارن مجموعتك بمجموعات غيرك من زملائك .

اختبر معلوماتك

١ — يسمى العصر الذى تعيش فيه أحياناً « بعصر المعادن » . اشرح ذلك .

٢ — كيف يمكن فصل الحديد من خامه الحديد ؟

- ٣ - كيف يختلف الصلب عن الحديد ؟
- ٤ - كيف يحصل على كل من الذهب والفضة ؟
- ٥ - ما هو الخاتم الذهبي من عيار ١٦ قيراطاً ؟
- ٦ - اذكر فوائد كل من المعادن الآتية : النحاس ، الزنك ، النيكل ، الزئبق .

المسألة الثانية - ما هي انواع الوقود التي نحصل عليها من الارض ؟

كثير منا يعيش في مناطق يتحكم علينا فيها إبان وقت معين من السنة أن نحرق وقوداً ما لندفئ أجسامنا ، والأنواع الأساسية للوقود في انولايات المتحدة هي الفحم والكوك والبتروول والغاز والخشب ، فدعنا نرأ أن توجد هذه الأنواع من الوقود وكيف نحصل عليها .

الفحم ووقود هام

عندما تحرق الفحم تتحرر منه طاقة غالية كامنة فيه ، ويسمى الفحم أحياناً « ضوء الشمس الدفين » فما معنى هذا ؟ ولسوف تساعدك قصة تكوين الفحم على فهم هذا المعنى .

تكونت طبقات فحمنا منذ حوالى ٣٠٠ مليون سنة ، وفي إبان ذلك العصر كانت مناطق كبيرة من الأرض منخفضة سبخة ، أى كثيرة المستنقعات وكان الجو دافئاً استوائياً . وكانت تنمو في تلك المستنقعات الدافئة نباتات ضخمة ، كثير منها لا أثر له على الأرض في عصرنا الحاضر . وكانت هذه النباتات من السراخس وذيل الحصان والحزاز بدلا من أشجار البلوط والهور الضخمة التى تنمو اليوم .

وكانت الظروف في المستنقعات الدافئة الرطبة نموذجية بالنسبة لحياة النبات . وعندما ماتت النباتات سقطت في الماء فلم تتعفن أو تتحلل تعفنأ كاملا ، وقد استمرت هذه العملية لسنوات طالت جداً ، وعلى هذا تكونت طبقات غليظة من بقايا النباتات وكانت الأرض تغور ببطء وامتلات السبخات

بالماء ، وفي النهاية ترسبت فوقها طبقات سميكة من الصلصال والرمل تحجرت فيما بعد ، وقد عمل ضغط الصخور على تخليص الغازات من بقايا النبات ومن ثم تحولت طبقات هذه البقايا النباتية إلى فحم .

وقد سبب ارتفاع الأرض وانخفاضها تكرار هذه العملية عدة مرات ، غير أن معظم المستنقعات التي كانت تكون الفحم قد اختفت منذ ٢٠٠ مليون سنة على الأقل وبهذا انتهى العصر الفحمي أو الكربوني .

ولننظر الآن في سبب تسمية الفحم أحياناً « ضوء الشمس الدفين » ، فنحن نعلم أن النباتات تحتاج إلى الطاقة لتعيش وتنمو . وعلى هذا فإن الطاقة الموجودة في الفحم هي طاقة مستمدة من ضوء الشمس اقتنصتها منذ ملايين السنين النباتات التي كانت تعيش في المستنقعات التي عملت على تكوين الفحم .

يظهر الفحم على هيئة طبقات في الأرض

تكون رواسب الفحم في بعض المناطق قريبة جداً من سطح الأرض حتى إن الفحم يمكن استخراجه بوساطة الجواريف البخارية ، فالجواريف الكبيرة تكشف عن طبقة الفحم ، ويسمى هذا « بالبحث عن المعادن بالتعرية » وفي بعض الأماكن الأخرى تدق الأعمدة في الأرض ثم يحفر عمال المناجم عند قاع العمود في كل اتجاه ثم يعمل شق في قاع عرق من الفحم ، وعندئذ تعمل ثقوب في الفحم يوضع فيها الديناميت ، ثم يترك العمال المنجم ويفجر الديناميت بالكهرباء فتتأثر كتل الفحم ومن ثم تحمل على سيارات صغيرة ترفع إلى فوهة المنجم . وفي بعض الأماكن يحصل الفحم بحفر نفق في جانب تل للوصول إلى عرق من الفحم .

توجد عدة أنواع من الفحم

تختلف أنواع الفحم في تركيبها وقيمتها الحرارية ، وأشهر تلك الأنواع ذبوعاً هو الأنثرايثيت والفحم البتيوني .

اي انواع الفحم يحترق بسهولة ؟

افحص كتلة من فحم صلب وقارنها بكتلة أخرى من نفس الحجم وإنما من فحم هش . ابتكر طرقاً للوصول إلى أجوبة عن المسائل الآتية :
 ما هو النوع الأكثر رخاوة ؟ ما هو النوع الذي ينتج عنه تراب أكثر عندما ينكسر ؟ ما هو النوع الذي يحترق بسرعة ؟ ما هو النوع الذي ينتج صنajaً ودخاناً أكثر من الآخر ؟

والأنثريت فحم صلب جداً ، وهو وقود شائع جداً في كثير من المنازل لأنه : (١) يحترق ببطء ولا يحتاج إلى قلب كل حين (٢) نظيف و (٣) يحترق دون تصاعد كثير من الدخان ، غير أنه أغلى ثمناً من الفحم الهش .
 والفحم البتوني فحم هش ، ولم يجداً قبلاً كوقود في المنازل لأنه : (١) يحترق بسرعة كبيرة ويحتاج إلى قلب مستمر (٢) يتكسر بسرعة ، وعلى هذا فهو وقود قدر و (٣) يكون مقداراً كبيراً من الصنaja والدخان .

ويلاقى الفحم الهش بعض الإقبال كوقود لتدفئة المساكن ، ذلك لأنه ليس أرخص من الفحم الصلب فحسب ولكن لأن بعضاً من عيوبه قد تغلب عليها ، فقد ابتكرت قلابات أوتوماتيكية تجعل قلب هذا الفحم باليد غير ضروري ، كما أن هذا الفحم الهش قد يعالج بقليل من الزيت لإقلال أوساخه و ترابه .

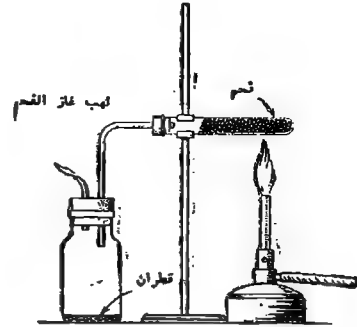
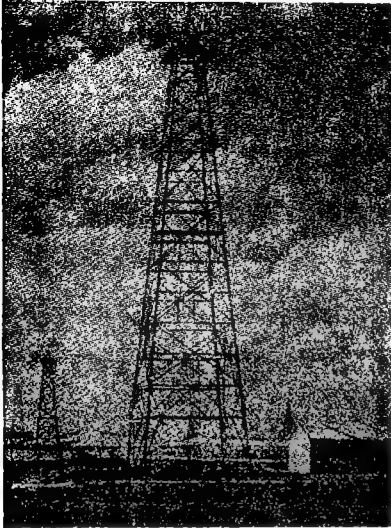
ويستعمل الكوك وقوداً ، وتستعمل كميات ضخمة منه في صناعة الصلب . ويصنع الكوك بتسخين الفحم الهش إلى درجة حرارة عالية في أفران محكمة لا يتسرب إليها الهواء ، فتطرد منه الغازات والمواد القطرانية مخلقة وراءها الفحم الكوك صلباً ، ولا تترك غازات الفحم والقطران تنساب هباء وإنما تجمع لتستخدم في شتى الشئون ، ذلك أن مئات من المنتجات القيمة تستخرج من قطران الفحم مثل العقاقير والروائح العطرية والصبغات ، فكثير

من الصبغات التي تستعمل اليوم في صباغة الملابس من مشتقات قطران الفحم ، كما أن النيلون يستخرج من الفحم والماء والهواء ، ثم يغزل على هيئة خيوط تشبه الحرير تنسج لتكون أقمشة تصنع منها الملابس والجوارب وأشياء أخرى .

تجربة ٦٢

كيف يمكن الحصول على الغاز والفحم الكوك من الفحم الهش؟

هات أنبوبة اختبار ثم أغلقها بسدادة من المطاط بها ثقب واحد وأدخل فيها أنبوبة من الزجاج كما هو موضح في شكل ٦٣ . ضع كتلا صغيرة من الفحم الهش في أنبوبة الاختبار ، ثم ضع السدادة في فم الأنبوبة وسخن . ما الذي تعلمته من التجربة ؟



[شكل ٦٤) تعرف هذه العملية بالتقطير الاتلافي للفحم

←
(شكل ٦٥) آبار البترول في حقل بترول

كيف تكون الزيت ؟

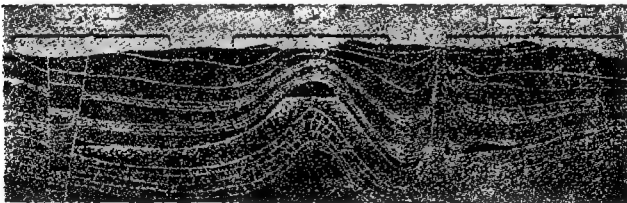
توجد بأمريكا أكثر من ٥٠ مليون سيارة ولورى ، ويستعمل كثير منها الجازولين (البنزين) أو الزيت وقوداً ، ومعنى هذا أننا نحتاج إلى كميات

ضخمة جداً من الجازولين كل عام ، ويستخلص الجازولين من الزيت ، كما أن كميات كبيرة من البترول تستعمل في تدفئة المنازل .

والزيت عادة سائل غليظ القوام داكن اللون ويسمى بالبترول . وقد تكون البترول في الأرض منذ ملايين السنين من نباتات وحيوانات دقيقة كانت تعيش في البحار الضحلة ، وكانت هذه البحار تغطي مناطق من اليابسة التي نعيش عليها الآن ، وقد ماتت الكائنات الحية ودفنت في الطين الذي ترسب على قاع المحيط ، ومع مضي الزمن غطت الرمال ذلك الطين وتحول تدريجياً إلى صخور ، ثم تكون البترول من بقايا النباتات والحيوانات المطمورة بطريقة لم تفهم بعد .

وتكاد توجد رواسب الزيت دائماً أبداً في الصخور الرسوبية البحرية الأصل وهذه الصخور مسامية ، أي إن بها ثقوباً دقيقة أو مسام يتحرك الزيت منها . وقد تحركت الصخور في بعض الأماكن إلى أعلى لتكون جيوباً في الأرض ، ويتجمع الزيت في النهاية في هذه الجيوب .

وعندما يبحث الناس عن الزيت ، فأنهم يبحثون عن الأماكن التي طويت فيها الصخور الرسوبية لتكون جيوباً كبيرة في الأرض ، وعندئذ يحفرون في الأرض بطريقة الثقب مؤملين العثور على جيب به زيت ، وعندما يصلون إلى مثل هذا الجيب فقد ينبثق الزيت منه عالياً في الهواء كالنافورة ، ومثل هذه البئر تسمى « الدافقة » أما في معظم الآبار فإن الزيت يرفع منها بمضخة حيث يجمع في مستودعات ضخمة لينقل إلى معامل التكرير .



(شكل ٦٦) تركيب الصخور تحت سطح الأرض في منطقة منتجة للزيت في حالة مثالية لحظ القبة أسفل « الطي » حيث يوجد الزيت عادة

والزيت الخام عبارة عن خليط من عدة مركبات من الكربون والأيدروجين ، ثم يقطر في معمل التكرير حيث تفصل منه مركبات مختلفة . ويدفع الزيت الخام في أنابيب تجرى في فرن فتحوله الحرارة إلى عدة غازات ، ثم تتحول هذه الغازات مرة أخرى إلى الحالة السائلة في برج تبريد كبير . وينفصل منه الكيروسين والجازولين وزيت الوقود وزيت التشحيم وذلك بضبط درجات الحرارة التي تتحول فيها الغازات المختلفة مكونة السوائل المذكورة .

تجربة ٦٣

ما هي الأشياء المختلفة التي يحصل عليها من البترول ؟

اكتب كشفاً بالمواد المتنوعة التي نحصل عليها من البترول ، في أى الأغراض تستعمل ؟

تجربة ٦٤

ماهى بعض نواتج الفحم الهش ؟

اكتب كشفاً بالمواد المختلفة التي يحصل عليها من الفحم الهش . في أى الأغراض تستعمل ؟

الغاز الطبيعي وقود ثمين ؟

يوجد الغاز الطبيعي مخزوناً في الأرض تحت ضغط عظيم ، ويكاد يكون دائماً أبداً مع البترول ، ويحصل عليه كما هي الحال مع البترول بحفر آبار في الصخور التي تحويه .

والغاز الطبيعي وقود مثالي ، فهو يحترق بلهب أشد حرارة من أى من الغازات الأخرى التي تستعمل وقوداً ، وهو يوجد في أكثر من نصف ولايات الولايات المتحدة ، وهو يدفع أحياناً بالمضخات مئات الأميال إلى المدن حيث يستخدم في طهو الطعام ، كما أنه قد يستعمل في تدفئة المنازل وكوقود في المصانع .

اختبر معلوماتك

- ١ - لماذا يسمى الفحم أحياناً بضوء الشمس الدفين ؟
- ٢ - كيف تكون الفحم في الأرض ؟
- ٣ - ما هي فوائد ومضار كل من الفحم الأنثرايى والبتيونى كوقود لتدفئة المنازل ؟
- ٤ - كيف ينتج الفحم الكوك ؟
- ٥ - ما هي بعض المنتجات التي يحصل عليها من البترول وكيف تفصل من الزيت الخام ؟
- ٦ - سم بعضاً من منافع قطران الفحم .

المسألة الثالثة - ما هي مواد البناء التي نحصل عليها من الأرض ؟

لقد كان الإنسان الأول يسكن الكهوف ، ولكن الإنسان قد تعلم منذ آلاف السنين كيف يقيم المباني من أحجار الأرض ، فكثير من تلك المباني المدهشة المشيدة من الحجارة والتي بناها سكان مصر القديمة واليونان وروما لا تزال قائمة حتى اليوم .

ولا تزال تستعمل الحجارة الطبيعية في المباني حتى اليوم ، ولكن بالإضافة إليها صنع الإنسان مواد للبناء مثل الآجر والحرسانة من مواد ترسبت في الأرض ، ولكي نفهم هذا الموضوع ينبغي أن نتعلم أولاً شيئاً عن أنواع الصخور الموجودة في الأرض .

تجربة ٦٥

ما هي مميزات الصخور ؟

زر أمكنة مختلفة من منطقتك التي تعيش فيها للدراسة الأنواع المختلفة للصخور . خذ معك مطرقة واكسر عينات صغيرة من عدد كبير من الأنواع المختلفة على قدر ما تستطيع حمله معك إلى المنزل . اجتهد في الحصول على عينات من الحجر الجيري والحجر الرملي والطفل والرخام والجرانيت والارذواز .

الصخور تصنف وترتب

تختلف الصخور كل عن الأخرى من عدة أوجه : فى الحجم والشكل واللون والصلابة والتركيب الكيموى . وبعض الصخور مصمتة التركيب بينما البعض الآخر يتركب من حبيبات منفصلة . وفى بعض الصخور توجد الدقيقات أو الحبيبات فى طبقات بينما نجد هذه فى البعض الآخر مبعثرة منتشرة ، وبعض الصخور ليست حبيبية التركيب .

وتعتمد طبيعة الصخر إلى حد كبير على كيفية تكوينه ، فالصخور قد تكونت باحدى طرق ثلاث ، وعلى هذا تقسم على حسب هذا التكوين إلى ثلاث مجموعات : (١) الصخور الرسوبية (٢) الصخور النارية و (٣) الصخور المتحولة . فلنر الآن كيف تكونت كل من هذه المجموعات من الصخور .

الصخور الرسوبية

تكونت الصخور الرسوبية من المواد التى كانت تحملها الغدران والحداول ، فحيث تجرى هذه نحو البحر فأنها تجرف معها الطين والزلط والرمل والحصى ، وعندما كان يصل الغدير أو الحدول إلى مكان هادىء كانت مياهه تبطؤ وهناك توضع حملها ، فكان الزلط أثقل القطع يتساقط على القاع أولاً يليه الحصى فحبيبات الرمل الحشن ومن فوقها الحبيبات الدقيقة من الرمل والطين التى قد تحمل أميالا عدة إلى البحر حيث تتساقط فى النهاية وتستقر على قاعه ، ومع مضي الوقت كانت هذه الحبيبات تماسك مع بعضها لتتحول إلى كتل صخرية .

ويكون الحصى مجعماً بينما حبات الرمل المضغوطة المتماسكة مع بعضها تكون الحجر الرملى بينما يكون الطين والصلصال الطفل .

والحجر الجبرى حجر رسوبى آخر ، وقد تكون بعضه من الأصداف البحرية والمرجان وهياكل الحيوانات الدقيقة ، فقد ترسبت هياكل هذه

الحيوانات فى طبقات على قاع المحيط . وثمة نوع آخر من الحجر الجيرى
تكوّن من الجير الذى ذاب فى مياه الغدران التى صبت فى البحر فيما بعد ،
ومع مضى الوقت استقر كثير من هذا الجير على قاع البحر ومن ثمّ تجمد
مكوناً الحجر الجيرى .

تجربة ٦٦

ما هو الاختبار الكيموى للحجر الجيرى ؟

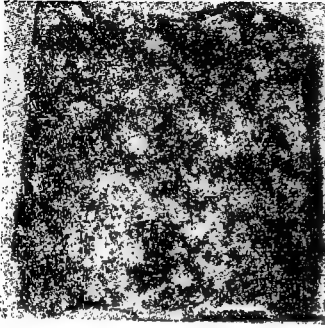
ضع بقطارة طبية قليلاً من نقط حامض الكلوردريك المخفف على
قطعة من حجر جيرى . لاحظ أنها تتفاعل بشدة بتصاعد فقاعات منها .
ضع قليلاً من الحامض على قطعة من رخام ، لاحظ أنها تتفاعل بتصاعد
الفقاعات منها . فالحجر الجيرى صخر رسوبى والرّخام صخر متحول ، وكلاهما
مكون من نفس المواد الكيميائية .

الصخور النارية

يظن بعض العلماء أن كمية هائلة جداً من الغازات الساخنة قد انفصلت
عن الشمس منذ عصور بعيدة جداً ، وأن كوكبنا الأرض قد تكون من هذه
الغازات . فلما بردت الأرض تحولت الغازات إلى الحالة السائلة ثمّ صارت
هذه صلبة بعد ذلك ، والصخور التى تكونت عندما تحولت الأرض إلى الحالة
الصلبة هى الصخور النارية .

وتتكون الصخور النارية اليوم عندما تنهمر الحمم من البراكين ، والحمم
عبارة عن مواد منصهرة تخرج من باطن الأرض ، وهى لا تسيل من البراكين
فقط وإنما تسيل أيضاً من شقوق الأرض العظيمة الموجودة فى سطح الأرض .
وقد ملاً فيض عظيم من الحمم منذ ملايين السنين الأنهار والبحيرات والغابات
المطمورة .

وعندما تبرد المواد المنصهرة بسرعة تكوّن صخراً زجاجياً بينما إذا ما بردت
بطء تكوّن بلورات ، وكلما بطؤ التبريد كبرت البلورات . وتتكون الصخور
من مواد تسمى بالمعادن ، فالجرانيت حجر نارى ومن أكثر الصخور انتشاراً



(شكل ٦٧) الجرانيت

في الأرض ، وقد بردت المواد المنصهرة التي تكون منها الجرانيت ببطء للدرجة أن المعادن الداخلة في تركيبه انفصلت عن بعضها لتكون بلورات .

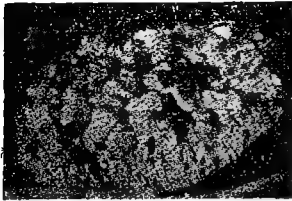
وأنت إذا فحصت قطعة من جرانيت فسوف تلاحظ أنها رقطاء الشكل ، والبلورات كلها من لون واحد . ويتركب الجرانيت عادة من ثلاثة أنواع من البلورات : الكوارتز

والميكافا والفلدسبار . وهذه المعادن الثلاثة شائعة ، كما أنها توجد منفصلة أيضاً . والكوارتز بلورة جميلة الشكل ذات ستة جوانب زجاجية المظهر ، وتزدحم بلورات الكوارتز التي تكون الجرانيت وقد لا تكون كاملة الشكل . والكوارتز معدن صلب جداً يخدش الزجاج .



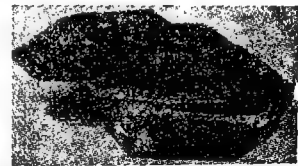
(شكل ٦٨) الكوارتز

والفلدسبار هش ويتشقق إلى كتل ذات أسطح ملساء لامعة ، وهو قد يكون وردياً ناصلاً أو أبيض أو رمادياً أو أخضر أو قشدي اللون ، ويحتوي الجرانيت الأحمر على فلدسبار وردي ناصل بينما يكتسب الجرانيت الرمادي اسمه من الفلدسبار الأبيض الموجود فيه .



(شكل ٦٩) الفلدسبار

والميكافا معدن داكن يتشقق إلى صفائح رقيقة ، ويمكن فصل صفائح مستوية من الميكافا بواسطة المديعة ، ولا تحتوي كل أنواع الجرانيت على الميكافا ، بينما تحتوي بعض أنواع الجرانيت على معدن أسود اسمه الهورنبلند ، بلوراته مستطيلة وتبدو كالفحم .



(شكل ٧٠) الميكافا

الصخور المتحولة

تتكون الصخور المتحولة من كل من الصخور الرسوبية والنارية ، ذلك أن درجات الحرارة العالية والضغط العظيمة في الأرض تحول شكل ومظهر كل من الصخور النارية والرسوبية ، فمثلا يتحول الحجر الجيري الواقع تحت تأثير الحرارة والضغط إلى رخام ، كما يتحول الطفل أحيانا إلى إردواز ، وقد يتحول الجرانيت إلى نيس والحجر الرملي إلى كوارتزيت ، وتسمى الصخور التي تحولت في الشكل والمظهر بهذه الطريقة بالصخور المتحولة .

يستعمل الانسان الصخور

نحن نستعمل صخور الأرض في بناء المنازل وإقامة العماير ، فأى المنازل أو المباني الأخرى الموجودة في محيطنا مبنية من الصخور ؟ إذا كان الأمر كذلك فهلا حاولت أبداً أن تحدد أنواع هذه الصخور ؟

تجربة ٦٧

هل ثمة مبان في منطقتك مبنية من الحجارة ؟

زر بعض المباني في مرحلة التشييد في منطقتك ، فاذا كان الحجر يستعمل في بنائها فأوجد نوعه . اجمع عينات من حجارة البناء .

والجرانيت هو أحد أنواع حجارة البناء المستعملة على نطاق واسع ، وهو صلب جداً ، فلا يتأثر بالجو وإذا صقل كان صقله جميلاً ، وهو كثيراً ما يستعمل في أغراض الزينة حول المباني ، وفي بناء النصب وشواهد المقابر ، فاذا زرت مقبرة فربما ترى عدة نصب من الجرانيت .

والرخام صخر جميل ولكن ليست له قوة احتمال الجرانيت ، فهو مثل الحجر الجيري هش نسبياً ويتأثر بالأحماض بسهولة ، وهو كثيراً ما يستعمل في أغراض الزينة ، فواجهات المباني العامة والدرج (السلام) والممرات في المباني الكبيرة كثيراً ما تزين بالرخام ، وهو يستعمل كالجرانيت في بناء النصب وشواهد المقابر .

والحجر الرملى من حجارة البناء الجيدة فهو يتحمل إلى حد لا بأس به كما أن تأثيره بالجو أقل كثيرآمن الحجر الجيري والرخام . والأحجار الرملية حمراء أو بنية أو رمادية وهى تستعمل على نطاق واسع فى تجميل المباني وتزيينها . أما الاردواز فهو معروف لكل فتى وفتاة فى المدرسة ، ذلك أن السبورات فى معظم فصول المدرسة مصنوعة من الاردواز ، والاردواز كان يوماً ما طيناً فى قاع البحر ، ثم تحول الطين فى بداية الأمر إلى طفل ، وهو صخر رسوبى ثم تحول الطفل بفعل الحرارة والضغط إلى اردواز ، وهو صخر متحول . ويمكن شق الاردواز إلى طبقات رقيقة جداً ويستعمل فى بناء الأسقف وأقراص المناضد ودرجات الدرج .

والحجر الجيري صخر آخر يستعمل فى البناء ، وحيث إن كثيراً من أنواع الحجر الجيري تتأثر بالهواء والماء ينبغى اختيار الأنواع التى تقاوم التحات

مواد البناء الصناعية

الآجر والخرسانة مواد بناء شائعة الاستعمال ، وهى لا توجد فى الأرض كما هى وإنما يصنعها الإنسان من مواد موجودة فى الأرض .

فالآجر يصنع من الصلصال ، فقد اكتشف الإنسان من قديم أنه يستطيع أن يحول الصلصال إلى آجر ، فقد كان يهوى قوالب الآجر ويخففها ومن ثم تجمد بالشمس ولكنه تعلم فيما بعد أن يخففها فى أفران . ويتكون من الصلصال فلديسبار متحلل ، وهو يتكون منذ ملايين السنين وعلى هذا فهو متوافر فى الأرض فى العصر الحاضر .

وتصنع الخرسانة بخلط السمنت والزلط والماء . والخرسانة المسلحة ، أى المقواة بالصلب ، تستعمل فى زيادة قوة المباني ، فهذه المواد قوية شديدة الاحتمال وضد النار ، ويمكن بناء المباني المقاومة للحريق منها بكلف معقولة ، وتستعمل الخرسانة أيضاً فى بناء الطرق الطويلة لتحمل حركة السيارات العنيفة.

الطاقة من المواد الموجودة فى الأرض

إن عصر الآلات الذى نعيش فيه الآن أصبح ممكناً لأن الإنسان قد تعلم كيف يستخدم الطاقة المخزنة فى أنواع الوقود المختلفة وكذلك طاقة مساقط

المياه ، فهو قبل أن يخترع الآلات إنما كان يعتمد على قوة عضلاته وعضلات ماشيته وأنعامه .

ولقد تعلمت في المسألة الثانية لماذا يسمى الفحم « ضوء الشمس الدفين » ونحن عندما نستعمل الفحم والزيت اليوم إنما نحن في الواقع نستعمل الطاقة التي جمعها الكائنات الحية من الشمس منذ ملايين السنين ، وهكذا نحن نرى مرة أخرى أن الشمس هي مصدر كل أنواع الطاقة التي يستعملها الإنسان تقريباً .

اختبر معلوماتك

- ١ — كيف تكونت الصخور الرسوبية ؟
- ٢ — كيف تكونت الصخور النارية ؟
- ٣ — كيف تكونت الصخور المتحولة ؟
- ٤ — سم خمسة من الأحجار الطبيعية التي تستعمل في تشييد المباني .
- ٥ — ما هو أكثر الصخور الآتية احتمالاً في بناء العماير : الجرانيت ، الرخام أو الحجر الرملي ؟
- ٦ — كيف تكون الاردوز في الأرض ؟

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الأولى

الأرض أعظم مخزن للمعادن والزيت والفحم والغاز الطبيعي .
الحديد هو أكثر معادننا نفعاً .
يفصل الحديد من الحديد الخام في أفران تسمى بأفران الاشتعال .
النحاس والقصدير والألمنيوم والذهب والفضة والزنك تأتي من الأرض أيضاً .

المسألة الثانية

يستخرج الفحم من الأرض .
يسمى الفحم أحياناً بضوء الشمس الدفين لأنه تكون من النباتات التي اقتنصت الطاقة من الشمس منذ ملايين السنين .

يصنع الكوك من الفحم الهش .
تكوّن البترول في الأرض منذ ملايين السنين من الكائنات الحية .
الجازولين والكيروسين وزيت الوقود وزيت التشحيم تفصل من
البترول بعملية التقطير .
الغاز الطبيعي وقود قيم .

المسألة الثالثة

تقسم الصخور إلى نارية ورسوبية ومتحولة .
تستعمل الصخور في بناء المنازل والمباني العامة .
يصنع الآجر والحرسانة من مواد مخزنة في الأرض .

مسئلة للمناقشة

- ١ — ماذا نظن يحدث لو أن مواردنا من المعادن والفحم والزيت قد انقطعت؟
- ٢ — ما هو أنفع معادننا؟ ولماذا؟
- ٣ — لماذا كان الزئبق سائلاً مثالياً للاستعمال في مقاييس الحرارة (الترموترات)؟
- ٤ — لماذا تصنع معظم الأسلاك الكهربائية و « الكابلات » من النحاس؟
- ٥ — ماذا نظن يتكلف أكثر من الآخر : خاتماً ذهبياً من عيار ١٤ قيراطاً أم خاتماً ذهبياً من عيار ١٨ قيراطاً؟ ولماذا؟
- ٦ — ما هي السبببكة؟ فيم يختلف النحاس الأصفر عن البرونز؟
- ٧ — ما هي المعادن التي تدخل في عمل قطعة من ذات العشرة السنتات؟
- ٨ — كيف يصنع الفحم الكوك؟
- ٩ — فيم يختلف الفحم الانثراثيتي من الفحم البتيوني؟
- ١٠ — أيهما الأكثر احتمالاً في بناء شواهد المقابر : الرخام أم الجرانيت .
- ١١ — أي مجموعات الصخور الأقدم؟
- ١٢ — ناقش الطرق المختلفة التي يستعمل فيها الإنسان الصخور .

تمرين على حل المسائل

عندما أعلن مقال مبان عن صفقات للبيع في ناحية جديدة من مدينة هامبتن توجه المستر والمسز هاملتون بسيارتهما إلى المنطقة لاختيار موقع لبيتيهما الجديد . وقد فكرا أولاً في قمة التل حيث شاهد المستر هاملتون « حيث إن جميع الأشجار قد أزيلت من قمة التل فاني أعتقد أنه ينبغي لنا أن نشترى رقعة في ركن المنحدر الجنوبي » وهنا قالت زوجته : « ولكن لا توجد سوى أكتان من الأشجار في الجانب الجنوبي للتل . إني لا أفهم ماذا تعني » .

فبدأ المستر هاملتون يشرح لها في صبر : « هل تلاحظين تلك المساحة الواسعة المزروعة بأشجار الحور عبر الطريق المتسع المؤدى إلى الجنوب الغربي ؟ إذن فسوف تهب معظم الرياح من هذا الاتجاه . وعندما تلمح شمس الصيف بحرارتها العالية هنا في شهر يولية فاني أعتقد أن قمة التل العارية سوف تسخن أكثر من القطاع الموجود في الجنوب الغربي حيث تتكاثر أشجار الحور الدرجة أنك لا تستطيعين رؤية أضواء الطريق من هنا . وحيث إن قمة التل العارية سوف تكون مصدر التيارات الهوائية الصاعدة فسوف يكون المنزل الذي يشيد على المنحدر الجنوبي الغربي في طريق الهواء البارد الذي يرتفع إلى أعلى تجاه التل . فهذا إذن أنسب مكان لنا لبناء بيت نشعر فيه بالراحة خلال الصيف » .

ولكن المسز هاملتون أردفت : « إن طريق ماديسون المغروس بالأشجار (أفنيو) يمتد من الشرق إلى الغرب فهل نبني بيتنا ليوواجهه ؟ فقطعة الأرض تقع في الركن الجنوبي الغربي لقطاع طريق ماديسون ولنكون المغروسين بالأشجار » وهنا أجابها زوجها بشدة : « قطعاً لا ، فأنا لا أريد أن أجرف الجليد من مدخل البيت في ديسمبر ويناير » .

اذكر فرض المستر هاملتون الخاص باختياره لموقع البيت .

صف باختصار كيف يمكنك أن تختبر الفرض .

الوحدة الثانية

أشياء أخرى لك لتفعلها

تقارير يمكنك أن تمدها

- ١ — اكتشاف طبقات الجو العليا بوساطة الصواريخ .
- ٢ — تاريخ المضخات .
- ٣ — فوائد الهواء المضغوط .
- ٤ — ساعة في كايسون (غرفة البناء تحت الماء) .
- ٥ — بناء الأنفاق تحت الأنهار .
- ٦ — اختراع الفرملة الهوائية .
- ٧ — الغوص إلى الأعماق .
- ٨ — اكتشاف الأكسجين .
- ٩ — الآراء الأولى عن الاحتراق .
- ١٠ — تاريخ مقياس الحرارة (الترمومتر) .
- ١١ — الطيران والجو .
- ١٢ — التنبؤ بالطقس لوقت طويل .
- ١٣ — تكوينات السحب الجديرة بالذكر .
- ١٤ — أدلة التآكل والتعرية في منطقتك .
- ١٥ — كيف يضبط التآكل والتعرية في منطقتك ؟
- ١٦ — متى أنت الثلاثيات .
- ١٧ — فوائد المحصبات في المزرعة .
- ١٨ — الكهوف الجديرة بالزيارة في أمريكا .
- ١٩ — السدود (الخزانات) التي تستخدم في الري وضبط الفيضان .
- ٢٠ — النظريات التي وضعت لشرح كيفية تكوين الأرض .

٢١- كيف تتكون الستاليكتات (العمد النازلة) والستالجمينات (العمد الصاعدة) .

٢٢- مواد البناء التي تستعمل في منطقتك .

٢٣- نماذج الوقود التي تستعمل في منطقتك .

٢٤- كيف يكرر البترول .

٢٥- مستخرجات الفحم .

٢٦- كيف يصنع الصلب من الحديد ؟

٢٧- الحصول على المواد من ماء البحر .

الكتب والبحوث التي يمكنك أن تقرأها

Down to Earth : An Introduction to Geology. Carey G. Cronies and William C. Krumbein. University of Chicago Press, 1936.

سوف تساعدك الصور الجيدة والأشكال التخطيطية الموجودة في هذا الكتاب على فهم تأثير الزلازل والتآكل والبراكين . وتشرح الفصول ٧-١٢ تأثير الماء.

Minerals : Their Identification, Uses, and How to Collect Them. Herbert S. Zim and Elizabeth K. Cooper. Harcourt, Brace, 1943.

يمكنك أن تتعلم من هذا الكتاب أين توجد رواسب المعادن الهامة في كل ولاية من الولايات المتحدة . ويعتبر هذا الكتاب دليلاً مفيداً لشخص مبتدئ في جمع المعادن .

Everyday Weather and How It Works. Herman Schneider. McGraw-Hill, 1951.

سوف تجد هذا الكتاب مفيداً في تنمية هوايتك عن التنبؤ بحالة الطقس ولبناء محطة أرصاد في بيتك ولتقرأ خرائط الطقس .

The Great Heritage. Katherine B. Shippen. Viking. 1947.

توصف ترسيبات الزيت والفحم والذهب والحديد وبعض المعادن الأخرى في هذه العجالة التي تناقش بعضاً من مواردنا الطبيعية .

Earth's Adventures. Carroll L. Fenton. Doubleday, 1942
تعزز صور فوتوغرافية كثيرة النبذة الطريفة التي تعالج تكوين الأنواع المختلفة للصخور وتأثير صفائح الجليد على المنحدرات المكسرة بالحشائش ، والحيود التي كانت يوماً ما في قاع البحيرات .

Realm of Flight. Superintendent of Documents. Catalog No. C 31.106 : F 64 3, 1947. 60 cents.

به بيانات عن الجو يحتاج إليها الطيارون معززة بالأشكال .

Glossary of the Mining and Minerals Industry. Catalog No. 128.3:95/1-2, 1948. \$ 1.75.

به حوائى ٢٠,٠٠٠ مصطلح فى ومن التى تستعمل فى الولايات المختلفة فى التعدين والغاز الطبيعى والمحاجر وبعض صناعات المعادن الأخرى ، كما يشتمل على أسماء المعادن والصخور الشائعة .

بحوث يمكنك أن تقوم بها

- ١ - كيف يمكن تصوير صفائح الثلج ؟
- ٢ - فى أى الأشكال تبلور المواد الشائعة ؟ حاول معرفة ذلك بالنسبة لكبريتات النحاس والملح الحجرى والهيبو (ثيو كبريتات الصوديوم) .
- ٣ - كيف يمكن تنقية الماء بالتقطير ؟
- ٤ - هل تولد الأكسدة البطيئة ضوءاً وحرارة ؟
- ٥ - كيف يمكن عمل سيفون أو توماتيكى ؟
- ٦ - كيف يمكن عمل دوائر الطقس ؟
- ٧ - زيارة إلى محطة الأرصاد فى منطقتك .
- ٨ - اعمل مجموعة من أعلام الطقس .

المجموعة الثالثة

استهلاك الطاقة والتحكم فيها

-
- ٧ - كيف نتحكم في الطاقة الحرارية
 - ٨ - كيف نتحكم في الضوء وكيف نستخدمه
 - ٩ - كيف نحصل على الكهرباء وكيف نستخدمها
 - ١٠ - تادية أشغال العالم

نظرة إلى الأمام

إن قصة الطاقة لم تنته . فلقد عرفت في الوحدة الثانية شيئاً عن مصادر الطاقة وكيف يحصل على كثير من هذه المصادر من مخزن الأرض . وستعرف الآن لماذا يجب أن تكون مستهلكاً عاقلاً للطاقة الناتجة من هذه المصادر . وكون المرء مستهلكاً عاقلاً لكل شيء ، ومن ضمنه الطاقة ، لا يوفر المال فحسب بل يحفظ أيضاً مصادر الطاقة لكي تستعمل في المستقبل . وبذلك تمسك قصة الطاقة خيطاً آخر في قصة الحفظ .

يجب أن نستخدم وقوداً في الشتاء لنحفظ مساكننا دافئة ، كما نستخدم في الصيف مراوح كهربية أو تكييف هواء لتلطيف الحرارة وبذلك يكسب كثير من الناس معاشهم في أعمال تختص بإمداد وحفظ الطاقة الحرارية والتحكم فيها ليس فقط في منازلنا ، بل وفي الصناعة أيضاً .

نحن في الولايات المتحدة سعداء ، إذ أن لدينا موارد كبيرة من الفحم والزيوت وأنواع الوقود الأخرى التي يمكن استخدامها في الحصول على الطاقة الحرارية . ولكن إذا فقدنا هذه المصادر ، فربما لا تستطيع الأجيال القادمة الحصول على الراحة والرفاهية التي ننعم بها . ففي كل عام تبني مساكن أكثر وتبعاً لذلك يزداد طلب الكهرباء . إن ملايين السيارات وأجهزة استقبال التليفزيون ومعدات السكك الحديدية وإنتاج الآلات الزراعية ان هي إلا بالوعة تستنفذ مصادر طاقتنا باستمرار .

وسنبحث في هذه الوحدة تقدم كثير من القواعد العلمية التي تستخدم في جعل مساكننا مريحة وحينما يكون لك مسكن خاص فستريده مطمئناً ومريحاً وصحياً .

وستعلم أيضاً أن الطاقة الحرارية والطاقة الضوئية والطاقة الكهربائية تضبط ويتحكم فيها بوساطة أجهزة ميكانيكية . كما ستعلم كيف تنقل أجهزة تدفئة المنازل الحرارة ، وكيف تتحكم العدسات في الضوء وتجعله مفيداً ، وكيف تستخدم الكهرباء في القيام بالأعمال الكبيرة .

٧ كيف نتحكم في الطاقة الحرارية

أنت بطبيعة الحال تعرف أن الطاقة الحرارية نتحكم فيها في حياتنا اليومية. ربما أخذت معك زجاجة ترموس ملئت بسوائل باردة أو بكأكاو ساخن عند ذهابك لاصطياد السمك ، أو كجزء من غذاء رحلة قصيرة . ربما تعلم كذلك أن الأوعية المصنوعة من الألومنيوم ذات القيعان غير المصقولة تنقل الحرارة أحسن مما إذا صقلت قيعانها . ويتطلب لأجل صحتنا وراحتنا ، التفكير في التهيؤ لتغيرات درجات الحرارة خارج منازلنا . فالملابس ذات الألوان الفاتحة تعكس حرارة الشمس أكثر من الملابس ذات الألوان القائمة . وتبين عادة صور الناس الذين يعيشون في المدن الاستوائية ، بملابس بيضاء وقبعات ذات حافة عريضة .

وستعرف في هذا الفصل كيف يحصل على الحرارة وكيف توزع وكيف يتحكم فيها .

المسائل التي سوف نعالجها

١ - كيف يحصل على الحرارة وكيف تقاس ؟

٢ - كيف تنتقل الحرارة من مكان إلى آخر ؟

٣ - كيف يتحكم في الحرارة ؟

المسألة الأولى - كيف يحصل على الحرارة وكيف تقاس ؟ .
الحرارة

عندما نقول إن شيئاً ما ساخن أو بارد ، فانا نعني أنه يظهر ساخناً أو بارداً عند لمسنا إياه . ولكن عندما يتكلم العلماء عن جسم ساخن أو بارد ،

فانهم يفكرون في جزيئات الجسم . إن الجزيئات في كل مادة في حركة دائمة . وإنما يعزى دفء الهواء في حجرة ما إلى أن جزيئاته تتحرك أسرع مما إذا كان بارداً . وبمعنى آخر ، أن درجة حرارة الهواء ترتفع عندما تزداد حركة جزيئاته ، وتنخفض درجة حرارته عندما تبطىء حركة جزيئاته . فالحرارة هي حركة جزيئية ، وهي إحدى صور الطاقة غير المرئية .

تجربة ٦٨

كيف تثبت أن الحرارة ليست شيئاً مادياً ؟ .

زن بدقة كرة معدنية او قطعة من الحديد الزهر . وسخن ماء في وعاء إلى أن يبدأ في الغليان . ثم ضع الجسم المعدني في الماء الساخن لبضع دقائق ثم أخرجه من الماء وجففه ثم زنه ثانياً . قارن بين الوزنتين الأولى والثانية للجسم . هل زاد وزن الجسم المعدني .

كل مادة لها وزن . فإذا كانت الحرارة مادة ولها وزن ، فيجب أن يزداد وزن الجسم المعدني عندما يسخن . وبما أن وزنه لم يتغير ، فهذا يبين أن الحرارة ليست مادة تضاف إلى الجسم المعدني .

الحرارة - درجة الحرارة

يجب ألا يخلط بين الحرارة ودرجة الحرارة إذ أنهما مختلفان . فربما يكون للماء في وعاء سعة ربع جالون ، نفس درجة حرارة الماء في خزان سعته خمسة جالونات . وبما أن الجالون الواحد يساوي أربعة أمثال ربع الجالون فتكون سعة الخزان ذى الخمسة الجالونات مكافئة لعشرين ربع جالون . فإذا ملئ الخزان سعة الخمسة الجالونات والوعاء سعة ربع الجالون بالماء عند نفس درجة الحرارة ، كانت كمية الحرارة في الخزان سعة الخمسة الجالونات قدر كمية الحرارة في الوعاء سعة ربع الجالون عشرين مرة . تبين درجة الحرارة شدة الحرارة في مادة ولا تبين كمية الحرارة .

مصادر الحرارة

كل الطاقة الحرارية تأتي أصلاً من الشمس . فبدون ضوء الشمس لا تنمو النباتات ولا تستطيع عمل الغذاء . وتعتمد الحيوانات في غذائها على النباتات . وقد علمت في الفصل السابق أن الفحم والغاز والبتروول إنما هي صور لطاقة من الشمس مخزونة في نباتات من قديم الأزل . وعندما يحترق الوقود ، فإنه يطلق هذه الطاقة الآتية من الشمس منذ ملايين السنين . ولولا حرارة الشمس لأصبحت أرضنا جرداء لا يستطيع الحياة فيها نبات أو حيوان .

ولقد عرف الإنسان أن الحرارة يمكن الحصول عليها بطرق أخرى غير التي من الشمس مباشرة . فنحن نحرق الوقود لنحصل على الحرارة والضوء وكذلك نستخدم تياراً كهربياً لإنتاج حرارة في أجهزة تسخين قطع الخبز . وقد يستخدم الاحتكاك لإشعال النار في المعسكرات .

تجربة ٦٩

كيف يمكن الحصول على حرارة ؟

ضع مصباحاً وهاجاً كالذى يستخدم في التصوير ليلاً ، في دائرة كهربية . صل الدائرة الكهربائية ، أى أمرر التيار الكهربى والمس المصباح في الحال . هل هو ساخن ؟ لاحظ مظهر المصباح من الداخل . ما هو التغير الذى حدث عند قفل الدائرة ؟

أدخل المسبار الثاقب بسرعة في قطعة من الخشب الصلب سمكها حوالى بوصة . المس طرف المسبار الثاقب . هل صار ساخناً ؟

المس الجزء السفلى لأسطوانة منفاخ عجلة . ضع إصبعاً على فتحة أنبوبة المطاط . واضغط الهواء داخل ماسورة المنفاخ بعشر دفعات . المس الجزء السفلى [للأسطوانة ثانياً . ما هو التغير الذى تلاحظه في درجة الحرارة ؟

صل سلكاً من النيكرورم طوله عشر بوصات ، بطرفى بطارية جافة جديدة لمدة دقيقة ، هل يسخن السلك ؟

عندما صنع المصباح الوهاج (كالذى يستخدم فى التصوير ليلاً) خلخل الهواء الذى به وضغط أكسجين بداخله . ولما سخن التيار الكهربى السلك داخله ، انحدت شعيرات الألومنيوم بالأكسجين محدثة حرارة وضوءاً . ولقد عرفت بالعملية المسماة بالتأكسد . وبذلك نتجت الحرارة من تفاعل كيميوى . وإذا أحدثت عملية التأكسد كمية كافية من الحرارة لإحداث الضوء . فتسمى العملية اشتعالاً أو احتراقاً .

وإنما سخن مسمار الثاقب عند إدخاله فى الخشب الصاب بسبب قوة الاحتكاك بينه وبين الخشب .

كذلك سخن أسطوانة المنفاخ لأن أى غاز ، مثل الهواء ، يسخن عندما يضغط . وربما كان سبب كمية الحرارة الماحوظة عند قاع الأسطوانة ، هو قوة الاحتكاك بين مكبس المنفاخ والسطح الداخلى لها .

استخدمت الكهرباء لتسخين سلك النيكروم . وفى مصباح الإضاءة الكهربائية يوجد سلك بداخل انفاخ زجاجى يفرغ من الأكسجين لمنع تأكسد السلك . ويمكن أن يعطى المصباح الكهربى ضوءاً لمدة مئات من الساعات إذا أحسن استخدامه .

قياس درجة الحرارة ؟

غالباً ما تكون معرفة درجة الحرارة بالضبط مسألة هامة . وحيث إننا غير قادرين على معرفة درجة الحرارة بدقة باستخدام حاسة اللمس عندنا ، لذلك نستخدم ترمومتراً لقياسها .

وهناك أنواع عديدة من الترمومترات تستخدم لأغراض شتى . فمثلاً إذا شك فى أن عندك حمى ، فتقيس والدتك درجة حرارة جسمك بوضع ترمومتر طبي تحت لسانك . وربما يستخدم والدك نوع آخر من الترمومترات عندما يسجل درجة حرارة منزلك أثناء الطقس البارد . كما أن والدتك ربما تستخدم ترمومتر فرن عند شواء لحم .

تجربة ٧٠

كيف تبين أنه لا يمكن الاعتماد على تقديرنا لدرجة الحرارة ؟

أحضّر ثلاثة أوعية يسع كل وعاء حوالي ٣ أرباع جالون ولاحظ أن تكون كبيرة بحيث يمكنك وضع يديك فيها . صب ربعي جالون من ماء ساخن نوعاً في أحد الأوعية . وأضف إلى الوعاء الثاني ربعي جالون من ماء معتدل الحرارة . وكذلك صب ربعي جالون من ماء بارد في الوعاء الثالث .

غط أعين زميل لك بمنديل وضع إحدى يديه في الماء الساخن والأخرى في الماء البارد . ثم أخرج يديه من الماء بعد ١٥ ثانية واغمهما في الماء المعتدل الحرارة واحفظهما فيه لمدة ١٠ ثوان . ماذا عسى يكون رأيه في درجة حرارة الماء في كل من الأوعية ؟

لقد عمل جاليليو ، وهو عالم إيطالي ، أول ترمومتر عام ١٥٩٢ . وكان الناس قبل هذا الوقت يقدرون درجة الحرارة بوساطة حاسة اللمس التي وجد أنه لا يمكن الاعتماد عليها .

تجربة ٧١

كيف تصنع مقياساً ترمومترياً

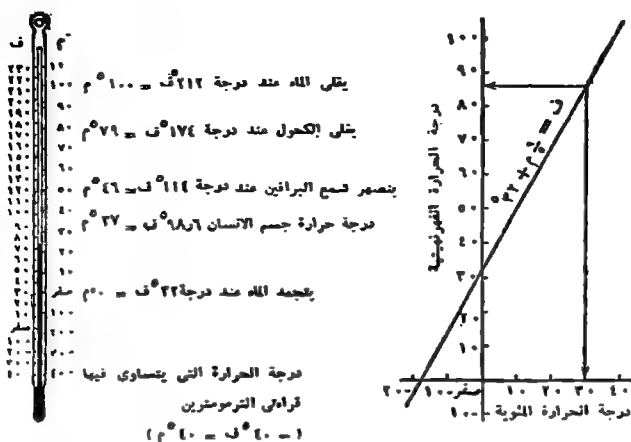
انزع الأنبوبتين الزجاجيتين من ترمومتريّن رخيصين واغمر المستودعين في بخار متصاعد من ماء يغلي . ضع علامة عند أعلى نقطة يصل إليها السائل في كل أنبوبة زجاجية . ثم ضع المستودعين في وعاء به جليد آخذ في الانصهار وضع علامة عند أقصى مكان يصل إليه السائل . والآن تكون قد علمت على كل من الساقين الزجاجيتين نقطتي تجمد وغليان الماء . اضبط مكان كل من الأنبوبتين في مقياسها الأصلي إلى أن تنطبق نقطة تجمد الماء عند درجة ٠.٣٢ . ويجب أن تكون العلامة العليا عند ٢١٢ . وبقليل من الغراء عند القمة والقاع لكل أنبوبة يمكن تثبيت الأنبوبة الزجاجية بالضبط في مكانها ثانياً .

تدريج الترمومترات

المقياس الترمومتري في التجربة السابقة هو التدريج الفهرنيتي . وهو مقسم

١٨٠ قسماً متساوياً بين نقطة تجمد الماء ونقطة غليان الماء . درجة تجمد الماء هي ٣٢° ودرجة الغليان هي ٢١٢° . وإذا كانت المسافة بين نقطة التجمد ونقطة الغليان مقسمة على الأنبوبة الزجاجية إلى مائة قسم متساو ، سمي التدرج المئوي . ونقطة التجمد عليه هي ٠° ونقطة الغليان هي ١٠٠° . وعلى كلا التدرجين تسمى كل قسم من الأقسام المتساوية بالدرجة . ولقراءة درجة الحرارة ، يلاحظ تدرج المقياس الأقرب إلى سطح السائل الملون .

فعلى التدرج المئوي (م) تكون الدرجة مساوية لـ $\frac{1}{180}$ من المسافة بين نقطتي تجمد وغليان الماء . أما على التدرج الفهرنهايتي (ف) ، فتكون الدرجة مساوية لـ $\frac{1}{180}$ من نفس المسافة . وبما أن مائة قسم متساو على التدرج المئوي تساوي ١٨٠ قسماً متساوياً على التدرج الفهرنهايتي ، فتكون النسبة بين الدرجة الفهرنهايتية والدرجة المئوية هي $\frac{9}{5}$ أو تساوي $\frac{5}{9}$ عند اختصار الكسر إلى أبسط صورة .



(شكل ٧١) يسهل وجود المقياسين الحراريين الفهرنهايتي والمئوي على نفس الترمومتر ، المقارنة بينهما . يستخدم الرسم اليانفي للتحويل من مقياس إلى آخر . ماذا تقابل درجة ٣٠°م على التدرج الفهرنهايتي ؟

وكذلك يمكن تحويل درجات الحرارة من مقياس إلى آخر . ونذكر أن الصفر على المقياس الفهرنهايتي هو ٣٢ درجة فهرنهايت تحت نقطة تجمد الماء ،

٥٠. على المقياس المثوى . ولتحويل قراءة مثوية إلى قراءة فهرنهايت ، اضرب القراءة المثوية في $\frac{9}{5}$ ، ثم أضف ٣٢ . ولتحويل قراءة فهرنهايت إلى قراءة مثوية ، اطرح ٣٢ ثم اضرب في $\frac{5}{9}$. ويمكن إجراء تحويل درجات الحرارة من مقياس إلى آخر بسرعة باستخدام الرسم البياني الموضح في شكل ٧١ .

الحرارة تسبب التمدد

ربما قد لاحظت أنه في الصيف ترتخي أسلاك التليفون المعلقة خارج المنزل ، بينما تكون مشدودة في أشهر الشتاء . إن الحرارة تجعلها تتمدد ، ولذلك فإنها أطول في الطقس الحار عنها في الطقس البارد . وربما قد لاحظت أن الفراغ بين مساحات الأسمنت المسلح المرصوف بها أرصفة الشوارع وأرضية الشوارع الرئيسية ، مملوءة بالقار . إذ أن القار يسمح لقطع الأسمنت المسلح بالتمدد عندما يسخن بحرارة الشمس .

تجربة ٧٢

كيف تثبت ان الحرارة تسبب التمدد ؟

استخدم كوبين من حجم واحد ومصنوعين من الزجاج الرقيق ، واملأ أحدهما بماء ساخن وقلب في الآخر قطعاً صغيرة من الثلج في ماء بارد . واتركهما لمدة ٥ دقائق ثم فرغهما وأدخل الكوب البارد داخل الكوب الساخن . حاول إخراج الكوب الداخلي بعد ٣ دقائق . هل فصلتهما عن بعض؟ والآن صب ماء معتدلة درجة حرارته في الكوب الداخلي حتى يملأ ثلثه وأكمله بماء ساخن جداً . حاول إخراج الكوب الداخلي بعد دقيقتين . البس في يدك زوجاً من قفاز جلدي وأفرغ الكوب الداخلي من الماء وحاول فصل الكوبين بمسك كل في يد . هل يمكنك تفسير صعوبة فصل الكوبين ؟

قياس الطاقة الحرارية

لا يمكن قياس الحرارة بالأرطال أو بأرباع الجالون أو بالبوصات . ويجب أن تقاس بتأثيرها الناتج . فعندما نشترى فحمًا أو بترولاً أو غازاً لتدفئة منازلنا ، ففي الحقيقة نحن نشترى الطاقة الحرارية التي يمكن الحصول عليها

من الوقود . وتقاس عادة القيمة الحرارية لوقود بوحدة حرارية بريطانية ، ويرمز لها بـ و . ح . ب . و وحدة الحرارة البريطانية هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل من الماء درجة واحدة فهرنهايت .
ويعطى الجدول الآتي القيم الحرارية لبعض الوقود الشائعة .

القيم الحرارية للوقود

المادة	و . ح . ب لكل رطل
فحم نباتي أو حيواني	١٢٧٨٠ إلى
فحم صلب	١٣٥٠٠ إلى ١٥٧٠٠
فحم لين	٩٠٠٠ إلى ١٤٩٠٠
كسوك	١٣٧٠٠ إلى ١٤٥٠٠
بترول	٢٠٠٠٠
خشب بلوط	٨٣٠٠
خشب صنوبر	٩٢٠٠

تلاحظ في الجدول أن الطاقة الحرارية في رطل واحد من الفحم تتراوح بين ٩٠٠٠ و . ح . ب وحوالي ١٥٠٠٠ و . ح . ب وربما يحصل الشخص الذي يشتري طنًا من نوع رخيص من الفحم اللين على حوالى نصف الوحدات الحرارية التي قد يحصل عليها من طن من نوع جيد من الفحم اللين . فإذا كان منزلك يستخدم الفحم للتدفئة فمن مصلحتك أن تشتري الفحم الذي يعطى أكبر طاقة حرارية لكل دولار تدفعه . وهذا صحيح حتى إذا كان الطن من النوع الجيد من الفحم أغلى ثمنًا .

وكذلك الطعام الذي تأكله له قيمة وقودية لأنه يعطى طاقة حرارية . وتقاس هذه القيمة القودية بالسرعات . والسعر الصغير هو كمية الحرارة التي يمتصها جرام واحد من الماء عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة مئوية . والسعر هو أيضاً كمية الحرارة التي يفقدها جرام واحد من الماء عندما تنخفض درجة حرارته درجة واحدة مئوية . والسعر الكبير يساوى ١٠٠٠ سعر صغير .

ولاحظ أن السعر الكبير يكتب بحروف كبيرة . ويعرف السعر الكبير بأنه كمية الحرارة التي يفقدها كيلوجرام من الماء عندما تنخفض درجة حرارته درجة واحدة مئوية . ويسمى أحياناً السعر الكبير بالكيلوجرام . سعر والسعر الصغير بالجرام . سعر . السعر الكبير هو وحدة الطاقة الحرارية المستخدمة في قياس القيمة الحرارية للأطعمة .

تمتص المواد الحرارية بكميات متفاوتة

تمتص كمية أكبر من الطاقة الحرارية عندما ترتفع درجة حرارة وزن معين من الماء درجة واحدة عما يمتص عندما ترتفع درجة حرارة نفس الوزن من مادة أخرى ، درجة واحدة . وبمعنى آخر فإن الماء يسخن ببطء جداً ويبرد ببطء جداً . وهذا يفسر سبب تغير درجة حرارة الهواء الذي يعلو، والقريب من البحيرات الكبيرة تدريجياً .

تجربة ٧٣

هل يمتص الحديد كمية من الحرارة أكثر من الرصاص ؟

سخن أوزاناً متساوية من الرصاص والحديد في ماء فوق لُحْب بنزن لمدة عشر دقائق . صب كيتين متساويتين من ماء بارد في وعاءين . وجفف المعدنين الساخنين من الماء الساخن ثم ضع الحديد الساخن في أحد الوعاءين المحتويين على الماء البارد والرصاص الساخن في الوعاء الآخر . قلب الماء في كل لمدة نصف دقيقة تقريباً . قس درجة حرارة الماء في كل . هل للماء في أحد الوعاءين درجة حرارة أقل ؟ ولماذا ؟

إن سعة امتصاص الحرارة تختلف لكل مادة ؛ فمثلاً كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل واحد من الحديد درجة واحدة مئوية ، تكفي لرفع درجة حرارة ثلاثة أرطال وثلث رطل من الرصاص درجة واحدة مئوية . وترفع نفس كمية الحرارة درجة حرارة رطل من الماء عشر درجة واحدة مئوية . وستعرف في أواخر هذا الفصل أن الفروق في مقدرة المواد على امتصاص الحرارة مهمة في بعض أجهزة تدفئة المنازل .

اختبر معلوماتك

- ١ - اشرح الفرق بين الحرارة ودرجة الحرارة .
- ٢ - ما هي مصادر الطاقة الحرارية ؟
- ٣ - كيف يصنع الترمومتر ؟
- ٤ - كيف تحول درجات الحرارة من التدرج الفهرنهايتي إلى التدرج المئوي؟
ومن التدرج المئوي إلى التدرج الفهرنهايتي ؟
- ٥ - عرف الو . ح . ب ، السعر الصغير ، السعر الكبير .
- ٦ - كيف تختلف مقدرة المواد على امتصاص الحرارة ؟

المسألة الثانية - كيف تنتقل الحرارة من مكان الى آخر ؟

ألم تلاحظ مرة أثناء تناولك لحساء ساخن جداً ، أن يد المعلقة الفضية كانت أيضاً ساخنة جداً ولا يمكن مسكها ؟ لماذا أصبحت يد المعلقة ساخنة بهذه الدرجة مع أنها لم تكن مغمورة في الحساء ؟ هناك ثلاث طرق تصل عن طريقها الحرارة للماء أو تؤخذ منها . وستعرف الآن هذه الطرق الثلاث المعروفة بالتوصل ، والحمل ، والإشعاع .

انتقال الحرارة بالتوصيل

عندما تتلامس مادتان مختلفتان في درجة الحرارة ، فان الحرارة تنتقل من المادة الساخنة إلى المادة الأبرد . وبذلك يمكن انتقال الحرارة من مادة إلى أخرى . هناك بعض المواد تكسب أو تفقد الحرارة بسهولة أكثر من غيرها . وتسمى المواد التي تسمح بانتقال الحرارة خلالها ، بالمواد الموصلة . أما المواد التي لا تسمح بانتقال الحرارة خلالها فتسمى مواد عازلة . فالمعادن موصلات جيدة للحرارة ، بينما الفلين والصوف والزجاج والورق عوازل جيدة للحرارة .

تجربة ٧٤

كيف تبين ان المواد تختلف في قدرتها على توصيل الحرارة ؟

ركب أربع قضبان من النحاس غير متساوي الأقطار ولكن لها نفس الطول . علق على كل قضيب ثلاث حلقات رفيعة من شمع البرافين مقطوعة

من طرف شمعة واجعل المسافات بينها متساوية . ضع لهب مصباح بنزن أو مصباح كحولى تحت الأطراف المقابلة للقضبان . استخدم ساعة لقياس الزمن اللازم لصهر حلقات البرافين . لماذا لا تنصهر الحلقات فى نفس الوقت ؟
أعد التجربة بعد قطع ثلاثة من القضبان بحيث لا تتساوى فى الطول . كيف تختلف النتائج عن النتائج التى حصلت عليها فى التجربة الأولى ؟
كرر التجربة مستخدماً قضباناً من الحديد أو الألومنيوم ، متساوية الطول كقضبان النحاس المستخدمة أولاً . أى المعادن أسرع فى توصيل الحرارة ؟
استخدم قضباناً زجاجية لمعرفة مقدرة الزجاج على توصيل الحرارة .
ركب الآن قضباناً من النحاس والحديد والزجاج متساوية القطر والطول وكرر التجربة . ما التعليل الذى تراه معقولاً ؟

فى الجزء الأول من التجربة كانت أطوال وأقطار القضبان متساوية ، كما استخدمت نفس الكمية من الحرارة . وكان نوع مادة القضبان هو العامل المتغير الوحيد . وأدت هذه التجربة المتحكم فيها إلى استنتاج أن المواد المختلفة توصل الحرارة بمعدلات مختلفة .

عندما يكون اللهب تحت أطراف القضبان ، فإن جزيئات الأطراف الساخنة تبدأ فى التحرك بسرعة أكبر وتضطرم الجزيئات الساخنة بالجزيئات الأبرد ، الأقل نشاطاً ، وتسبب حركتها بسرعة أكبر ، وتستمر هذه العملية فى قضبان الحديد والألومنيوم خلال القضيب . وتنصهر أخيراً حلقات الشمع بالحرارة المنتقلة من مجموعة من الجزيئات إلى الجزيئات التى تليها . ويسمى انتقال الحرارة بهذه الطريقة من جزيئات إلى جزيئات مجاورة لها بالتوصيل الحرارى .

تمدد المعادن المسخنة

تمدد المعادن بدرجات متفاوتة عند تسخينها . فلكى تحفظ الساعة التوقيت الصحيح طول العام ، يجب ضبط رقاصها لدرجات حرارة مختلفة .

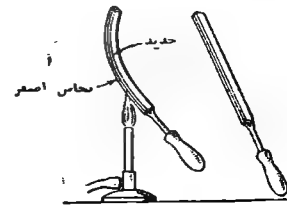
ويستطيع رقااص الساعة أن ينظم حركتها لأن المعادن التي تسخن إلى نفس درجة الحرارة تتمدد بكميات مختلفة .

إذا لصق شريطان من معدنين مختلفان في تمددهما ، فيكونان ما يعرف بالقضيب المركب . فعند تسخين القضيب ، يتمدد أحد الشريطين أسرع من الآخر ، وبذلك يتقوس القضيب ويكون شريط المعدن السريع التمدد على المنحنى من الخارج .

تجربة ٧٥

كيف تبين تأثير تسخين قضيب مركب ؟

استخدم لب مصباح بنزن أو لب شمعة لتسخين السطح السفلى لقضيب مركب . هل تستطيع معرفة المعدنين الملتصقين ببعضهما ؟ وأيها يتمدد أسرع من الآخر ؟ اترك القضيب ليبرد أو غطه بمنشفة مبتلة لمتص الحرارة في أى اتجاه يتقوس القضيب ؟



(شكل ٧٢) هذا القضيب المركب مكون من الشبه والحديد . أى المعدنين يتمدد أسرع من الآخر بالتسخين ، الحديد أم الشبه ؟ قضيب المنظم الحرارى فانه يقفل وصلة كهربية فيبدأ سخان في التسخين . وعندما يسخن الهواء إلى الدرجة المطلوبة ، يستقيم القضيب ويفتح الوصلة الكهربائية ويقف السخان عن العمل . وبذلك فان المنظم الحرارى المنزلى يجعل المنزل مريحاً أثناء الطقس البارد .

والمنظم الحرارى لجهاز التبريد في السيارة يمنع سريان الماء حتى ترتفع درجة حرارة الماء إلى الدرجة التي تعمل عندها الآلة بكفاية . وحينئذ ينفتح المنظم الحرارى ويسرى الماء خلاله لمنع ارتفاع درجة الحرارة إلى درجة كبيرة . ويساعد المنظم الحرارى على التحكم في انتقال الحرارة .

منع انتقال الحرارة

ليس الهواء جيد التوصيل للحرارة . وبذلك فالحواء المحبوس بين إطاري النافذة يقلل من كمية الحرارة المفقودة من منازلنا في فصل الشتاء . ولنفس السبب تدفئنا الملابس الصوفية ذات المسافات الواسعة بين خيوطها ، إذ يمنع الهواء في هذه المسافات تسرب الحرارة من الجسم . وتبنى منازل كثيرة بمواد عازلة في كل الجدران الخارجية وتحت السقف . إذ يحتوى مثل هذا العازل على ملايين من المسافات الهوائية المتناهية الصغر . كما تجهز أيضاً أنابيب السخانات والثلاجات الكهربائية والأفران بمواد عازلة . ويحافظ عادة على مواثد حجرات الأكل باستخدام لوح عازل قبل وضع الأطباق الساخنة عليها .

انتقال الحرارة بطريق الحمل

لقد علمت عندما درست الطقس ، أن الهواء البارد أكبر كثافة من الهواء الساخن . وأن الفروق في درجة الحرارة هي التي تسبب حركات الهواء التي تسبب هبوب الرياح . وستساعدك التجربة التالية على معرفة أن تيارات السائل كتيارات الهواء تماماً ، يمكنها نقل الحرارة بالحمل .

تجربة ٧٦

كيف ان تيارات السائل تنقل الحرارة ؟

زن بدقة وعاءين مثل زجاجتي لبن سعة كل وعاء ربع جالون . سخن زجاجة بحيث لا تنكسر عند صب ماء ساخن فيها . ثم املاها بماء ساخن . صب حجماً مساوياً من ماء بارد في الزجاجة الأخرى . زن كلتا الزجاجتين جيداً . قارن بين الوزنين ؟

ضع قليلاً من نشارة الخشب من مبراة أقلام رصاص ، في كأس من زجاج البيركس مملوء تقريباً بالماء ثم قلب المحلول . واترك النشارة لتسكن . استخدم مصباح بنزن في تسخين أحد جوانب الكأس لمدة ثلاث دقائق . لماذا تتحرك النشارة في مسارات منحنية ؟

تتمدد السوائل والغازات عند تسخينها ، وتكون الأجزاء الساخنة أقل كثافة من الأجزاء الباردة . إن بوصة مكعبة من سائل أو غاز ساخن تزن أقل من وزن بوصة مكعبة من نفس المادة في درجة حرارة أقل . وحيث إن الأجزاء الباردة ثقيلة ، ولذلك فإنها تجذب إلى أسفل بقوة الجاذبية الأرضية وتدفع الحجوم الساخنة إلى أعلى وبذلك تتكون تيارات الحمل التي تنقل الحرارة من مكان إلى آخر .

انتقال الحرارة بالإشعاع

عندما يضاء مصباح كهربى فإن الهواء المحيط به يسخن وترتفع تيارات الهواء الساخن حول المصباح مع أنك تشعر بالحرارة على بعد بضعة بوصات تحت مصباح مقلوب . وتأتينا الطاقة الحرارية من الشمس بنفس الطريقة التي تصل بها الحرارة ليدنا تحت مصباح كهربى مضاء . ومع أن الشمس تبعد عنا بمسافة ٩٣ ٠٠٠ ٠٠٠ ميل تقريباً ، إلا أن الطاقة تقطع المسافة من الشمس إلى الأرض في حوالى ثمان دقائق .

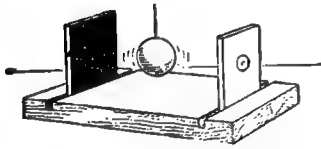
تجربة ٧٧

كيف تثبت أن أشعة الشمس تنقل طاقة حرارية ؟

اقطع ورقة كبيرة إلى أجزاء صغيرة وضع القصاصات على قالب طوب أحمر أو على قطعة من الاسبتوس . أمسك بعدسة قراءة كبيرة بين الورق والشمس ، وحركها بعيداً عن الورق حتى تصبح البقعة الضوئية على الورق صغيرة جداً . ثبت العدسة عند هذا الوضع لعدة دقائق . لماذا يبدأ الورق في الاحتراق ؟ هل سخنت عدسة القراءة ؟

تسمى الطريقة التي بوساطتها تنتقل حرارة الشمس إلى الورق بالإشعاع كما تعرف مثل هذه الطاقة الحرارية بالطاقة الإشعاعية . وتقرر شركات التأمين أن بعض المنازل قد اشتعلت بالنيران بوساطة الطاقة الإشعاعية الآتية من الشمس خلال حوض سمك ملون غير مملوء بالماء .

تشع الأجسام الساخنة حرارة في خطوط مستقيمة في جميع الاتجاهات .
عندما تسقط الأشعة الحرارية على مادة لا تستطيع النفاذ خلالها ، فإنها تمتص
وتسبب حركة جزيئات المادة بسرعة أكبر . تذكر أن الحرارة هي حركة
الجزيئات . وأنه كلما ازدادت سرعة الجزيئات ، ارتفعت درجة الحرارة .
وكلنا نعرف أن الحرارة المشعة من الشمس تدفئ أرضنا .



ويمكن توضيح إحدى تأثيرات الإشعاع
بوضع لوحين من الزجاج والألمنيوم كما
هو واضح في شكل ٧٣ . وتلصق حلقة

(شكل ٧٣) تشع الكرة الساخنة
المتساوية البعد من كل من اللوحين
طاقة إشعاعية في جميع الاتجاهات. تنصهر
حلقة البرافين على اللوح المسود أسرع
من الحلقة التي على اللوح اللامع

رقيقة من شمع البرافين على السطح الخارجي
لكل لوح في منتصفه . ويسود السطح
الداخلي لأحد اللوحين بواسطة صنّاج .
فعندما تعلق كرة معدنية ساخنة في منتصف

المسافة بين اللوحين ، تذوب أولاً قطعة البرافين على اللوح المسود . يحدث
هذا لأن السطوح ذات الألوان القائمة تمتص حرارة الإشعاع أسرع من سطوح
بعض المواد ذات الألوان الناصلة (الفاتحة) وإذا كان السطح خشناً فضلاً عن
أنه قائم اللون كذلك ، فإن طاقة الإشعاع تمتص بسرعة أكبر . ويزدوب
الجليد المغطى بصنّاج أو تراب أسرع من الجليد ذي السطح النظيف .

اختبر معلوماتك

- ١ - اذكر الطرق التي يمكن أن تنتقل بها الحرارة .
- ٢ - اشرح تركيب وطريقة عمل قضيب مركب .
- ٣ - كيف تنتقل الحرارة في مدرستك ؟
- ٤ - فسر لماذا تطلّي خزانات البزّين الكبيرة بلون فاتح .
- ٥ - لماذا تشعر عادة ببرودة أكثر عندما تقف عند قاع سلم المنزل عما
إذا كنت في حجرة بالقرب من نهاية سلم المنزل ؟

٦ - لماذا يكوم الناس أوراق الأشجار والقش حول الأشجار الصغيرة عندما تسقط ويزيلونها في الربيع التالي ؟

المسألة الثالثة - كيف يتحكم في الحرارة ؟

منعاً لإضاءة الوقود في تسخين منازلنا ، يجب أن نعرف كيف نتحكم في انتقال الحرارة . وعندما تسخن منازلنا بعناية ، فإن ذلك لا يوفر علينا الوقود والمال فحسب ، بل تصبح منازلنا صحية ومريحة كذلك . وسندرس الآن طرقاً تستخدم للتحكم في الحرارة .

الطرق القديمة لتدفئة المنازل

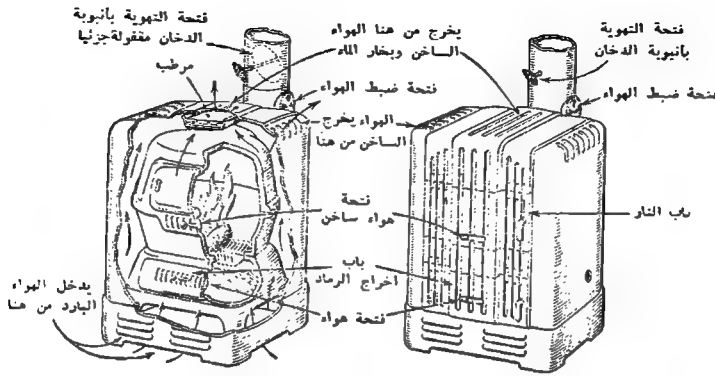
كان للأكواخ الهندية فتحة في السقف لتسمح بخروج دخان النار المكشوفة في الكوخ . وكانت مساكن الأمريكيين القدماء تدفأ شتاءً بمدفأة مكشوفة . وكان في حجرات كثيرة مدافئ على الجوانب مجهزة بمدخن لطرد الدخان .

وقد حسن بنيامين فرانكلين تصميم المدفأة بوضع صندوق حديدي صغير بداخلها . يشع الحديد الساخن ، الممتد في الحجرة ، حرارة أحسن من الطوب الأحمر . وتسخن طبقات الهواء القريبة من الحديد وتتحرك تيارات الحمل الهوائية داخل الحجرة . وتدفئ الحرارة المشعة من المدفأة ، الأثاث وجدران الحجرة التي بدورها تفقد جزءاً من حرارتها إلى الهواء .

ولتقليل فقد الحرارة خلال مدخنة المدفأة ، يمكن لإمرار هواء الحجرة خلال إطار حول صندوق المدفأة (الصندوق الذي بداخله الوقود المشتعل) . تدفئ تيارات الحمل حجرة ما بانتظام أكثر وأسرع من الإشعاع . وعادة يسمح للهواء النقي البارد الذي في الخارج بالمرور في أنابيب أو من فتحات في الجدار خلف المدفأة وفوق صندوق المدفأة . وعندما يسخن الهواء النقي بتأثير المدفأة يمر خلال فتحات في أعلى وفي جوانب مكان المدفأة ومنها إلى الحجرة . وتسمى مثل هذه الطريقة الحديثة للتدفئة بمدفأة مهواة .

تدفئ المواقد منازل كثيرة

إن الموقد الحديث محاط بغطاء من الصاب أكبر نوعاً من الموقد . يسخن الهواء الذي بين الموقد والغطاء بتأثير نار الوقود محدثاً تيارات حمل في الحجرة .



(شكل ٧٤) تتبع مرور تيار الهواء من نقطة دخوله عند قاعدة الموقد إلى أن يتركه عند القمة

كما أن الموقد وغطاءه يشعان حرارة . ادرس شكل ٧٤ لتعرف كيف يدخل الهواء البارد بالقرب من أرض الحجرة وكيف يسخن بواسطة الموقد .

ولتدفئة منزل بمدفأة أو بموقد مضارها . فالمدفأة أو الموقد كل يحتاج إلى تنظيف دائم وإلى ملئه بالوقود . كذلك فهو يدفئ جزءاً من المنزل فقط ثم إنه لا يعطي حرارة منتظمة . وتدفأ كثير من المنازل حديثاً بحرق وقود في فرن موجود في الدور الأرضي في المنزل .

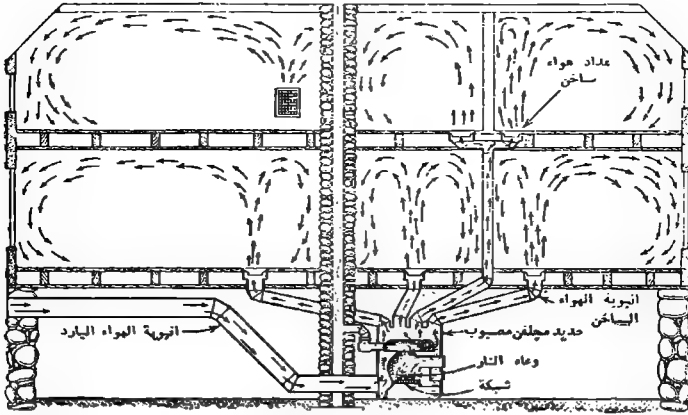
وتدفأ المنازل الكبيرة بواسطة أفران يحرق فيها الفحم أو الكوك أو الغاز أو البترول . وتنقل الطاقة الحرارية من اشتعال الوقود إلى الحجرات في جميع أجزاء المبنى بواسطة الهواء الساخن أو الماء الساخن أو البخار .

أجهزة الهواء الساخن

إن فرن الهواء الساخن في الحقيقة هو موقد كبير . ويختلف عن الموقد في أن الغلاف الذي حوله له فتحات كبيرة بالقرب من القمة . ويوجد في أحد أنواع أفران الهواء الساخن أنابيب تؤدي من الفتحات إلى حجرات المنزل المختلفة . ويمر الهواء الساخن خلال الأنابيب بالحمل . ويوضع طرف الأنبوبة في كل حجرة عالياً على الحائط ، وتغطي فتحة الحائط بإطار ذي فتحات .

وهناك مروحة بالقرب من الفرن تدفع الهواء خلال الأنابيب بعد مروره على الفرن الساخن . ويوجد بالقرب من المروحة شبكة سلكية أو مرشحات من خيوط زجاجية لتنقية الهواء من الأتربة عند ضغطه فيها . وتسمح فتحات القاعدة للهواء البارد الأثقل أن ينقل إلى الفرن ليسخن ثانية .

ويمكنك الآن أن تعرف أن أجهزة الهواء الساخن تنقل الحرارة من الفرن إلى الحجرات البعيدة بواسطة تيارات الحمل . وتوجد عادة الأنابيب التي تحمل الهواء الساخن في الجدران الداخلية وتتصل الأنابيب التي تعيد الهواء البارد إلى الفرن بفتحات أرضية بالقرب من الجدران الخارجية . ويسمح للهواء الخارجى بالدخول إلى جهاز التسخين من أنبوبة تؤدي إلى فتحة في جدار الدور الأرضى .



(شكل ٧٥) يسخن الهواء النقي في جهاز تسخين الهواء الساخن ، ثم يسرى في المنزل بطريق الحمل . هل يمكنك تتبع تيارات الحمل ؟

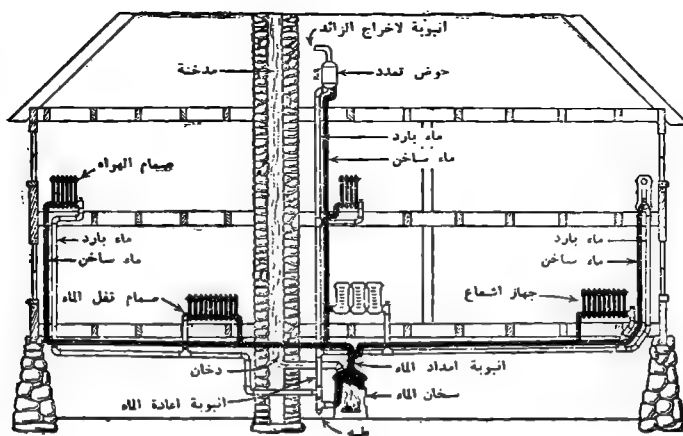
وهناك نوع آخر مختلف نوعاً عن فرن الهواء الساخن ويسمى بالفرن عديم الأنابيب . فعندما يعمل هذا الفرن عديم الأنابيب بالقرب من وسط الدور الأرضى ، تسمح فتحة في السقف فوق الفرن لتيارات الحمل أن ترتفع خلال الجزء الداخلى لها ، وينزل الهواء البارد من خلال الجزء الخارجى للفتحة وينتقل الهواء الساخن من حجرة لأخرى خلال الممرات . وتفتتح أحياناً فتحات

في أسقف حجرات الدور الأول لتمكن تيارات الهواء الساخن من الوصول إلى حجرات الدور الثاني .

أجهزة الماء الساخن

تعمل أجهزة تدفئة الماء الساخن بطريقة تشبه إلى حد كبير أجهزة تدفئة الهواء الساخن . فيحاط الفرن في الدور الأرضي بغلاف به ماء بدلاً من الغلاف المملوء هواء . والأنابيب التي تحمل الماء الساخن أصغر بكثير من تلك اللازمة لحمل الهواء الساخن . وتذكر أنه عندما ترتفع درجة حرارة الماء ، تمتص كمية كبيرة من الحرارة وعندما يبرد الماء الساخن تنطلق كمية كبيرة من الحرارة .

وتعمل طرق انتقال الحرارة بالحمل والتوصيل والإشعاع كلها في أجهزة تسخين الماء . ويترك الماء الساخن المبرجل يبطء نافذاً خلال أنابيب متصلة بالجزء العلوى منه . وينزل الماء البارد الأثقل خلال أنابيب متصلة بالجزء السفلى للمبرجل ويساعده في دفع الماء الساخن إلى أعلى . وتتكون أجهزة



(شكل ٧٦) في جهاز تسخين الماء ، يسرى الماء الساخن خلال الأنابيب وأجهزة الإشعاع بطريقة الحمل . هل يمكنك تتبع مسار الماء من السخان حتى يعود إليه ؟

الإشعاع في حجرات المنزل من أنابيب معدنية محوفة مشكلة بحيث يكون لها مساحة سطحية كبيرة معرضة للهواء . ويفقد الماء الساخن المار في أجهزة

الإشعاع كمية كبيرة من الحرارة بالتوصيل في أجهزة الإشعاع المعدنية . ثم ينقل المعدن الحرارة إلى الهواء الملامس له ثم توزع تيارات الحمل الحرارة إلى كل الحجرة . وكذلك تنتقل الحرارة من أجهزة الاشعاع بطريق الإشعاع .

ويمكنك التفكير في الخطوة التالية . فبعد فقد الماء لكثير من حرارته إلى أجهزة الإشعاع يرجع الماء البارد الأثقل ببطء إلى المرجل . حيث يسخن الماء ثانياً ويبدأ الحركة ثانياً إلى أعلى حاملاً الحرارة إلى الأدوار التي تعلو الفرن .

ويجب أن يكرن لجهاز تسخين الماء خزان للتمدد . فلقد عرفت أن الحرارة تسبب تمدد أشياء كثيرة . فاذا أشعلت النار في فرن جهاز ماء ساخن ليس له خزان تمدد ، فان قوة الماء المتمدد تفجر بعض أجزاء جهاز التسخين وفي هذه الحالة ستسرب المياه من الجهاز . ولمنع حدوث ذلك يوصل خزان مملوء جزئياً بهواء بمجموعة أنابيب الماء . فعندما يتمدد الماء الساخن ، يزداد حجم الماء في خزان التمدد ضاغطاً الهواء فيه . ويضغط الهواء المضغوط على الماء في الأنابيب وبذلك يساعد على سريان الماء خلال الجهاز .

وكثير من المساكن الحديثة لها مضخات مائية بالقرب من الفرن لتساعد على سريان الماء الساخن . وبهذه المضخة يمكن حفظ أجهزة الإشعاع في الطابقين الثاني والثالث أسخن مما إذا اعتمد في سريان الماء على تيارات الحمل وحدها .

أجهزة التدفئة بالبخار

تدفأ بعض المنازل بأجهزة تسخين بخارية . ويملأ المرجل في جهاز التسخين بالبخار جزئياً بالماء . ثم يحول وقود الفرن الماء إلى بخار ، الذي يمر خلال أنابيب وأجهزة الاشعاع .

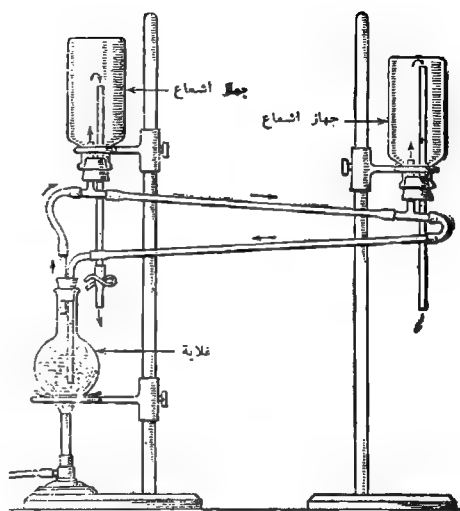
تجربة ٧٨

كيف تعمل جهاز تسخين البخار ؟

استخدم زجاجات سعة $\frac{1}{8}$ جالون وأنابيب زجاجية ومطاطية لتركيب الجهاز المبين في شكل ٧٧ . وتأكد من أن الأنابيب الزجاجية مائلة إلى

أسفل كما هو مبين في الشكل .
املاً المرجل إلى حوالى نصفه بالماء .
ولاحظ أن جهاز الإشعاع الذى
إلى اليسار مفتوح . سخن الماء إلى
درجة الغليان . ما سرعة وصول
البخار إلى أعلى جهاز إشعاع ؟

لقد وجد العلماء بتجربة .
دقيقة ، أن رطلان من الماء فى درجة
٢١٢° ف يحتاج إلى ٩٧٢ و . ح . ب
لتحويله إلى بخار . ولا تتغير
درجة حرارة الماء أثناء غليانه
فى وعاء مكشوف ، فهى دائماً



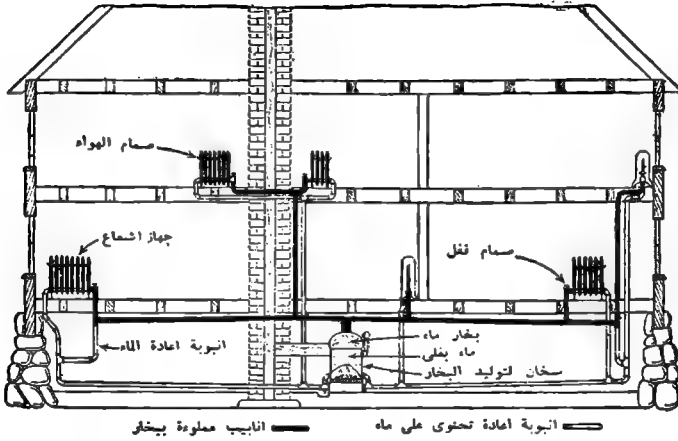
(شكل ٧٧) يوضح هذا النموذج جهاز التسخين بالبخار
وكيف تنتقل الحرارة بالبخار المار من المرجل إلى
أجهزة الإشعاع بالحجرات

٢١٢° ف ، أو ١٠٠° م عند سطح البحر .

وفى التحول إلى بخار ، يتمدد الماء حوالى ١٧٥٠ مرة إذا سخن الماء فى
وعاء مكشوف وبذلك فبوصة مكعبة من الماء تنتج حوالى قدم مكعبة من البخار .
(قدم مكعبة تساوى ١٧٢٨ بوصة مكعبة) .

وفى مرجل جهاز التسخين بالبخار ، لا تتمكن جزيئات البخار من
التسرب إلى الهواء لأن الجزيئات مضغوطة بجوار بعضها البعض ولذلك فالبخار
يبدى ضغطاً . ويتحرك البخار بسرعة خلال أنابيب جهاز التدفئة ويصل إلى
أجهزة الإشعاع قبل أن يفقد كثيراً من حرارته . ويستخدم البخار عادة عندما
يراد نقل الحرارة إلى أجزاء بعيدة عن الفرن فى مبنى كبير .

وبما أن البخار يمتص ٩٧٢ و . ح . ب لكل رطل عندما يتكون من
غليان ماء فانه يطلق ٩٧٢ و . ح . ب لكل رطل عندما يتكثف . ويرجع الماء
المتكثف إلى المرجل ، فى جهاز التسخين بالبخار ، من أجهزة الإشعاع ببساطة
أنابيب التوصيل . فيحول إلى بخار مرة أخرى فى المرجل ويعيد الدورة ثانية .



(شكل ٧٨) يسرى البخار في جهاز التدفئة بالبخار تحت ضغط إلى أجهزة الإشعاع. وهنا يتكثف إلى ماء معطياً الطاقة التي امتصها من الوقود المحترق في الفرن. ويسرى الماء المتكثف من البخار ثانياً إلى المرجل .

بعض الأجزاء الضرورية في جهاز التدفئة بالبخار

هناك بعض الأجزاء الخاصة التي يحتاج إليها في جهاز التدفئة بالبخار . فأحدها هو صمام الأمان الذي يسمح بتسرب جزء من البخار من المرجل والأنابيب إذا زاد الضغط زيادة كبيرة . وربما يتفجر المرجل بدون صمام الأمان . وهناك جزء آخر في جهاز التدفئة بالبخار وهو مقياس مائي ليعين كمية الماء الموجودة في المرجل في أى لحظة ويجب أن يزود كل جهاز إشعاعي بصمام ليتسرب منه الهواء عندما يدخل البخار في جهاز الإشعاع . ويظل الصمام مفتوحاً ما دام تسرب الهواء البارد ويقفل عندما يسخن بواسطة البخار وذلك حتى لا يتسرب البخار إلى الخارج .

أجهزة التدفئة بالبخار

يسمى جهاز التدفئة بالبخار الذي يستخدم فيه ضغط منخفض خفض درجة غليان الماء بجهاز تدفئة بخارى. وستساعدك التجربة التالية في فهم طريقة عمل هذا الجهاز .

تجربة ٧٩

كيف تجعل الماء يغلي في درجة حرارة أقل من ٢١٢°ف ؟

املاً قارورة إلى حوالى نصفها بالماء وسخنه. وقبل أن يبدأ الماء فى الغليان ، بلل ترمومتراً وأدخل ساقه فى سداد مطاطى ذى ثقب واحد يدخل بإحكام فى فوهة القارورة . اسمح للماء أن يغلى بشدة إلى أن يخرج البخار من فوهة القارورة مبيئاً أن كل الهواء قد طرد من القارورة . أبعد الالهب واقرب القارورة كما هو مبين فى شكل ٧٩ وبرسطة قطعة من الاسفنج اسكب ماء بارداً على القارورة . ما هى قراءة الترمومتر ؟ استمر فى تبريد القارورة حتى يكف الماء عن الغليان . لماذا يغلى الماء مع أن درجة الحرارة أقل من ٢١٢°ف ؟



عندما يطرد الهواء من جهاز التسخين بالبخار ويحفظ بعيداً عن الجهاز ، فإن الماء يغلى فى درجة حرارة أقل نظراً لقلة الضغط على سطح الماء ويسرى بخار الماء فى الأنابيب وأجهزة الإشعاع أسرع مما فى جهاز التسخين ببخار الماء العادى . وبذلك فلا يحتاج إلى أن تكون نار الموقد قوية جداً لاستمرار غليان الماء وتبخيره .

مزايا وعيوب أجهزة التدفئة

ان أجهزة الماء الساخن بطيئة فى توزيع الحرارة فى بدء تشغيلها . ولكن تتأثر ببطء للتغيرات المفاجئة فى درجة الحرارة الخارجية . وكذلك فهى تكلف كثيراً فى استخدامها . وتثبت درجة حرارة جهاز الماء الساخن عندما تأخذ حجرات المنزل درجة حرارة مناسبة ، وهى اقتصادية فى استهلاك الوقود . ومن عيوبها أنها ليست متصلة بأى طريقة بمصدر للهواء النقي لتروية المسكن . وبالمثل جهاز التسخين بالبخار فهو بطيء فى إمداد الحرارة فى بدء تشغيله ،

لأنه لا يحصل على حرارة قبل الوصول إلى درجة تبخر الماء . وعندما يستخدم الجهاز بكامل قوته ، فإنه يحتاج إلى أجهزة إشعاع أصغر من التي تستخدم مع جهاز الماء الساخن ، ويطلق بخار الماء كمية كبيرة من الحرارة عندما يتكثف في أجهزة الإشعاع . وجهاز التسخين البخارى أرخص في الاستعمال من جهاز الماء الساخن ويعطى كمية هائلة من الحرارة بالنسبة إلى كمية الوقود المحترقة . ولكن في الطقس المعتدل ، نجد أن أجهزة الإشعاع إما ساخنة جداً أو باردة . وليس لجهاز التسخين البخارى أى طريقة لإدخال الهواء النقي في المنزل .

أما أجهزة التدفئة بالهواء الساخن فهي أرخص في الاستعمال من أجهزة التدفئة بالماء الساخن أو بالبخار . ويبدأ جهاز الهواء الساخن بسرعة في إمرار الهواء الساخن عند تشغيله . ويتأثر بسرعة للتغيرات المفاجئة في درجة الحرارة الخارجية . ولكنه عند المنزل باستمرار بهواء نقي . وتكاليف استعمال جهاز الهواء الساخن أكثر من تكاليف استخدام الأجهزة الأخرى . وإن لم يكن بحالة جيدة ، فتسرب منه الغازات والدخان إلى الهواء . وفي طقس بارد وبه رياح لا يكون المنزل غير المعزول حرارياً أو المجهز بنوافذ محكمة ، مريحاً في الناحية المقابلة للريح .

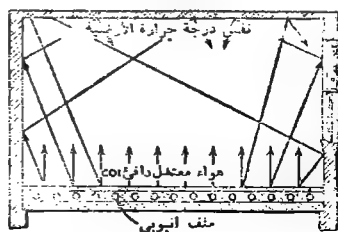
ويمكن استخدام غاز الاستصباح أو الفحم أو الكوك أو البترول كوقود لأي من أجهزة التسخين السابق شرحها . وقد أصبحت مواقد البترول شائعة الاستعمال لأنها نظيفة وذات كفاية حرارية كبيرة وتعطى من تلقاء نفسها كميات ثابتة من الحرارة أما المواقد التي تشتعل بالغاز ، فهي في طريقها إلى الذبوع في المناطق التي يوجد فيها غاز الاستصباح ، فهي أيضاً نظيفة وذات كفاية عالية .

أجهزة الإشعاع الحرارى

كان يستخدم أحياناً في أيام جدتلك ، قوالب الطوب الأحمر المسخنة في فرن ثم تلف في ورق أو قطعة قماش لتدفأ بها الأقدام أثناء أشهر الشتاء وكانت الحرارة التي تمددها هذه القوالب الساخنة هي حرارة إشعاعية . وتدفأ

اليوم بعض المساكن ومباني المصالح بالطاقة الإشعاعية . وربما قد دخلت في يوم بارد في حجرة دافئة مريحة وبحث مندهشاً عن مصدر الحرارة خصوصاً وانك لم تر أجهزة إشعاع أو أى أجهزة أخرى للتدفئة . فربما كانت الحرارة آتية من ماء ساخن مار في أنابيب موضوعة تحت الأرض أو الجدران أو الأسقف ، وتوضع هذه الأنابيب أثناء بناء المنزل ويمكن تركيبها في أى مواد بناءية عادية كالخشب أو الطوب أو الحجر أو Stucco أو الأسمنت المسلح . ويوزع الماء الساخن المار خلال الأنابيب الملتفة طاقة الاشعاع الحرارية في كل أجزاء المنزل .

والفرق الرئيسى بين التدفئة بهذه الطريقة وطريقة التدفئة العادية بالماء الساخن هو أنه بدلا من المساحات الصغيرة ذات درجة الحرارة المرتفعة كأجهزة الإشعاع فهناك مساحات كبيرة ذات درجة حرارة معتدلة مثل الجدران والأرضيات والأسقف . ويسخن الماء بنفس الطريقة التى يسخن بها في أى جهاز آخر للتدفئة بالماء الساخن . فمجموعة



(شكل ٨٠) الطاقة الحرارية المشعة من الماء أو الهواء الساخن المار في ملفات مرصوفة في السقف أو الأرض أو الحائط، تمد كل الغرفة بدرجة مناسبة

من الأنابيب مركبة على لوح خشبي بالقرب من الأرض بدلا من ملفات من الأنابيب في الجدران أو الأرضيات أو الأسقف ، يكون لها نفس التأثير . وتدفع مضخة الماء الساخن خلال الأنابيب المحتفية داخل البناء أو إلى على اللوح.

ويمكن استخدام هواء ساخن بدلا من ماء ساخن في جهاز التدفئة المشع . وكما علمت فإنه يمكن رفع درجة حرارة الهواء أسرع من الماء . وكذلك تتحرك تيارات الحمل الهوائية أسرع من تيارات الحمل المائية . وتثبت أحيانا أجزاء الجدران التى توضع للزينة على بعد عدة بوصات من الحائط وبذلك يمر الهواء الساخن في الفراغ بين الجدارين .

الحرارة من الأرض

من المعلوم أن درجة حرارة الأرض تتغير تحت خط التجمد قليلاً جداً أثناء العام . وقد أجرى مهندسو التدفئة تجارب مستخدمين نوعاً من أجهزة التدفئة المنزلية يسمى مضخة حرارية . فدفنت ملفات من الأنابيب تحت سطح الأرض بالقرب من منزل ودفع سائل فيها بواسطة مضخة . فيمتص السائل الحرارة من الأرض المحيطة به وينقلها إلى داخل المنزل شتاءً ، وتوزع الحرارة داخل المنزل مجموعة من الأنابيب شبيهة بتلك المستخدمة في الإشعاع الحراري . وعندما تنخفض درجة الحرارة داخل المنزل في الشتاء إلى حوالي 70°F ، تبدأ المضخة في العمل . وفي الطقس البارد جداً يرفع فرن درجة حرارة السائل إلى درجة أعلى . وتبدأ المضخة في العمل أثناء أشهر الصيف عندما ترتفع درجة الحرارة في الداخل إلى حوالي 73°F . إذ تدفع سائلاً بارداً من تحت سطح الأرض في نفس مجموعة الأنابيب المستخدمة لتدفئة المنزل شتاءً . فيمتص السائل البارد الحرارة الزائدة غير المرغوب فيها ويحملها إلى الأرض . وبذلك تستخدم درجة حرارة الأرض الثابتة ليبقى المنزل من الداخل مريحاً طول العام . وصممت مضخة حرارية لأمرار سائل مبرد في الملفات تحت سطح الأرض ، فيمتص السائل الحرارة تحت سطح الأرض وعندما يدفع إلى المنزل يضغط وبذلك ترتفع درجة حرارته . ثم يدفع نافخ هوائي هواء المنزل على الملف الذي يمر فيه السائل المبرد الساخن وبذلك يسخن الهواء نظراً للحرارة التي يمتصها من السائل المبرد . وتعكس العملية صيفاً .

اختبر جهاز التدفئة في منزل . كيف توزع الحرارة على الحجرات المختلفة ؟ وهل يمد جهاز التدفئة بالهواء النقي ؟ ماذا يجب عمله للحصول على مزيد من الحرارة عندما تنخفض درجة الحرارة إلى درجة غير ملائمة ؟

اختبر معلوماتك

- ١ - ما هي الطرق التي تستخدم للتحكم في الحرارة داخل منازلنا ؟
- ٢ - كيف يستخدم جهاز التدفئة بالماء الساخن كل الطرق الثلاث التي تنقل بها الحرارة ؟

- ٣ - ما هي الأجزاء الرئيسية في جهاز التدفئة بالهواء الساخن ؟
- ٤ - كيف يؤثر الضغط على درجة غليان الماء ؟
- ٥ - ماذا يمكنك ذكره من التحسينات الحديثة في تدفئة المنازل ؟
- ٦ - إذا كنت تفكر في بناء مسكن ، فأى جهاز تدفئة ستختار ؟ مبيناً أسباب اختيارك .

التدفئة والطاقة

لم تثر الحرارة كثيراً من التفكير منذ عدة قرون . ومنذ قرر العلماء أن الحرارة إن هي إلا طاقة الجزيئات المتحركة وقد بدعوا في اختراع أجهزة كمنظمات الحرارة ومقاييس حرارية وصمامات مشعة ومضخات ، كل ذلك ليساعد على نقل الحرارة .

والحرارة إحدى صور الطاقة . ويطلق تفاعل كيموى مثل الاشتعال ، طاقة حرارية ، وينتج احتراق الوقود كثيراً من الحرارة اللازمة لتدفئة وإضاءة مساكننا ولتدوير الآلات في مصانعنا . وتخزن الحرارة المشعة من الشمس كطاقة كيميوية على هيئة وقود وطعام . وبعدها تأكسد الطعام الذى نأكله بحرارة الجسم وصور الطاقة الأخرى .

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الأولى

- الحرارة هي طاقة الجزيئات المتحركة .
- الحرارة ليست مادة ، فليس لها وزن أو حجم أو شكل أو لون . ليست الحرارة ودرجة الحرارة شيئاً واحداً .
- تأتينا معظم الطاقة الحرارية مباشرة من الشمس أو بطرق غير مباشرة .
- يمكن تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية .
- يحدث الاحتكاك حرارة .
- يعطى الوقود حرارة عند احتراقه .
- تقاس درجة الحرارة بوساطة ترمومتر .

تدرج الترمومترات عادة بالفهرنهايتى والمئوى .

تتمدد كثير من المواد عندما تسخن .

الوحدة الحرارية البريطانية هى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل من الماء درجة واحدة فهرنهايتية .

السعر هو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة واحدة مئوية .

السعر الكبير يساوى ألف سعر صغير .

تختلف المواد فى مقدرتها على امتصاص الحرارة .

المسألة الثانية

تنقل الحرارة بطريق التوصيل والحمل والإشعاع .

يعمل القضيب المركب بتثبيت معدنين غير متساويين التمدد عند تسخينهما . على بعض .

تستخدم فكرة القضيب المركب فى المنظم الحرارى الذى يساعد على التحكم فى انتقال الحرارة .

تنقل تيارات السوائل والغازات الحرارة بطريق الحمل .

تنقل الأجسام الصلبة الحرارة بطريق التوصيل .

تمتص السطوح الخشنة ذات الألوان القاتمة الحرارة أسرع من السطوح الملساء ذات الألوان الفاتحة .

المسألة الثالثة

تدفأ منازل كثيرة بوساطة مواقد .

تدفأ أفران الهواء الساخن وأفران الماء الساخن مساكن كثيرة .

تدفأ بعض المساكن والمباني الكبيرة بوساطة بخار الماء أو بالطاقة الإشعاعية .

أسئلة للمناقشة

- ١ -- اشرح كيف أن زجاجة ذات جدار مفرغ تحفظ الحرارة .
- ٢ -- هل ينخفض نصف رطل من الثلج درجة حرارة وعاء مملوء بالماء أكثر من نصف رطل من ماء مثلج ؟ فكر في تجربة لتدعم رأيك .
- ٣ -- اشرح لماذا يدفئ موقد حجرة ماء أحسن من مدفأة ؟
- ٤ -- كيف يجعل تركيب ألواح النوافذ ضد الريح في منزل ، كيف يجعل هذا التركيب الهواء القريب من الأرض ساخناً ؟
- ٥ -- لماذا يكون كوخ الاسكيمو المكون من قطع كبيرة من الجليد وقاء جيداً للدرجة الحرارة المنخفضة جداً في الخارج ؟
- ٦ -- ما هي بعض المصادر الممكنة لفقد الحرارة من مسكنك في الشتاء ؟
- ٧ -- جاء في كتاب عن الطيور أن معظمها تنزع ريشها بغير انتظام لتشعر بالدفء في الأيام الباردة . علل ذلك ؟
- ٨ -- بعد إضافة مادة ضد التجمد في جهاز تسخين السيارة ، أضيف ماء لملأه إلى ارتفاع بضع بوصات من القوامة . لماذا لم يملأ جهاز التسخين تماماً ؟

تمرين على حل المسائل

كان مستر مارفن مدرساً في مدرسة المدينة الحجرية العليا ، يفكر في بناء مسكن جديد . وكان متوسط درجة حرارة الشتاء في المدينة الحجرية تقريباً فوق الصفر . وكان مستر مارفن معتقياً باختيار المواد لعزل الجدران الخارجية والأرضيات والأسقف وسطح منزله . ولاختيار المواد العازلة ، صمم صندوقاً صغيراً ذا حجم داخلي حوالى ثلاث أقدام مكعبة ، وغطى جدرانها الداخلية بنوع واحد من مادة عازلة . وكان له تلاميذ في المدرسة صنعوا أربعة صناديق أخرى بنفس حجم صندوقه ومن نفس مادته . وعزل ثلاثة من الصناديق بمواد عازلة ياعها أصحاب مصانع مختلفة وترك الصندوق الخامس غير مبطن .

فكر في تجربة يمكن التحكم فيها لاختبار المراد . واذكر أولاً العوامل التي ربما تؤثر في نتيجة التجربة . اذكر عامل التجربة والعامل المتحكم فيه . صمم جدولاً لتسجيل القراءات واكتب جميع العناوين .

كيف نتحكم في الضوء وكيف نتخذه

لقد تعلمت أشياء كثيرة في دراستك العلمية هذا العام عن طريق النظر إلى الأشياء . على أنه إلى جانب النظر إلى الأشياء ، لعلك قرأت أيضاً عنها . وقد استعملت حاسة البصر في كل . فالرؤية وسيلة هامة جداً لاكتشاف ما يحدث حولك .

يمكننا الضوء من أن نرى وأن نعيش في دنيا من الألوان . وستعرف في هذا الفصل ما وصل إليه العلماء من تفسير لكيفية رؤيتنا للأشياء ، وكيف يقوى النظر ولماذا يكون للأجسام ألوان . ربما ستعرف طرقاً يمكن بها تحسين استخدام الضوء الصناعي في منزلك . وكذلك ستعرف كيف تحافظ على قوة إبصارك .

المسائل التي سوف نعالجها

- ١ — ما هو الضوء ؟
- ٢ — كيف نرى الأشياء ؟
- ٣ — كيف نقوى مقدرتنا على الرؤية ؟
- ٤ — كيف نستخدم الضوء في منازلنا ؟
- ٥ — لماذا يكون للأشياء ألوان ؟

المسألة الأولى — ما هو الضوء ؟

لا يعرف أحد حتى الآن ما هو الضوء بالضبط . وعلى كل حال يتفق العلماء على أن الضوء صورة من صور الطاقة التي تأتي إلى الأرض من الشمس وأغلب الطاقة التي تصلنا من الشمس تكون على شكل موجات حرارية وضوئية تقطع مسافة ١٨٦٠٠٠ ميل في الثانية . وتثبت التجربة التالية كيف ينتقل الضوء .

تجربة ٨٠

كيف ينتقل الضوء ؟

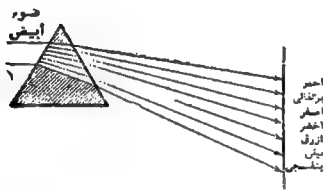
اقطع ثلاث قطع من الورق المقوى مساحة كل حوالى ٤ بوصات مربعة. اعمل ثقباً صغيراً في وسط كل ورقة . ثبت قطع الورق المقوى الأربعة في قطع من الخشب لتجعلها قائمة ثم رتبها أمام مصباح كهربى مضاء . انظر خلال الثلاثة الثقوب مغيراً في أوضاعها حتى يمكنك رؤية الضوء . حرك أياً من الثلاث الأوراق قليلاً إلى أى جانب . أما زلت ترى الضوء ؟ ماذا يستدل من هذا عن كيفية انتقال الضوء ؟

ينتقل الضوء في خطوط مستقيمة . وهو يأتينا من الشمس في خطوط مستقيمة وينتشر في جميع الاتجاهات . ويعتقد أن الضوء الخارج من أى مصدر ينتشر على شكل موجات شبيهة لحد ما بموجات المحيط المتجهة نحو الشاطئ . وضوء الشمس العادى ذو موجات غير متساوية الطول . وأن كل موجة لها لونها الخاص .

تجربة ٨١

كيف يمكن توضيح تركيب ضوء الشمس

اسمح لقليل من ضوء الشمس بالدخول من خلال ثقب صغير في حجرة مظلمة . ضع منشوراً زجاجياً في مسار ضوء الشمس بحيث ترى الألوان الناتجة على جدار من جدران الحجرة . هل يمكنك ذكر الألوان على حسب ترتيبها ؟



تسمى الحزمة الضوئية ذات السبعة الألوان التى رأيتهما عندما اعترض منشور زجاجى طريق ضوء الشمس بالطيف الضوئى . وترتب دائماً ألوان الطيف في نفس الترتيب : أحمر — برتقالى — أصفر — أخضر — أزرق — نيلى — وبنفسجى

(شكل ٨١) يحلل المنشور الزجاجى ضوء الشمس الأبيض إلى نفس السبعة الألوان التى نراها في قوس قزح وبنفس الترتيب

ويمكن لعين الإنسان أن ترى فقط بعض موجات الضوء التي تأتي من الشمس . فالموجة البنفسجية هي أقصر موجة مرئية . وتأتي من الشمس أشعة كثيرة ذات أطوال موجية أقصر ولكن لا يمكن رؤيتها بعين الإنسان . وتسمى هذه الأشعة بالأشعة فوق البنفسجية وهي الأشعة التي تسبب التهاب الجلد عند تعريضه لأشعة الشمس ، ولا تمر هذه الأشعة من زجاج النوافذ العادي . والموجات الأطول قليلا من الأحمر ، الذي هو أطول موجة ضوئية مرئية ، غير مرئية كذلك وتسمى الأشعة تحت الحمراء ، وهي أشعة حرارية .

عندما تسقط أشعة ضوئية على بعض المواد ، فإنها تخترقها وبذلك يمكن رؤية أجسام في الناحية الأخرى من هذه المواد بسهولة . وتسمى المواد التي تسمح للضوء بالمرور خلالها بهذه الطريقة بـ مواد شفافة . فالهواء مادة شفافة وكذلك زجاج النوافذ العادي شفاف أيضاً . وقطعة مستطيلة الشكل من الزجاج المحجب في باب كالتى على باب حجرة الطبيب ، لا تنفذ ضوءاً كافياً يسمح برؤية الأجسام على جانبيها الآخر . وتسمى مثل هذه المواد بالمواد نصف الشفافة . فورق الشمع وورق المصابيح الكهربائية إنما هي مواد نصف شفافة . وتسمى المواد التي لا تمرر أى ضوء خلالها ، بالمواد المعتمة . والمواد المعتمة وحدها هي التي تعطي ظلالاً واضحة .

انعكاس الضوء

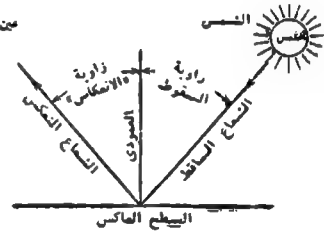
إن أية مادة ذات سطح أملس تستطيع أن تعكس ، أو ترد ثانياً ، بعض الضوء الذي يسقط عليها . فإذا استطعت أن ترى المعالم الخارجية لجسم موضوع أمام سطح مادة ، إذن فهي مرآة . وربما كان سطح غدير ساكن أول مرآة رأى فيها شخص صورته . وعادة تكون المرآة اليوم من لوح معدني لامع أو قطعة من الزجاج المغلفة بالفضة . ويمكنك دراسة انعكاس الضوء باستخدام مرآة صغيرة ، كالتى تجدها في حقيبة يد والدتك .

تجربة ٨٢

كيف تعكس المرآة الضوء ؟

ضع مرآة عادية أفقية على نضد في حجرة مظلمة . صوب الضوء

من مصباح قوى نحو المرآة . ولاحظ كيف ترتدّ ثانياً أشعة الضوء . أمسك المصباح الآن بحيث يصنع ضوؤه زاوية صغيرة مع المرآة ولاحظ كيف تنعكس أشعة الضوء . ثم حرك المصباح حتى تعمل أشعة الضوء مع المرآة زاوية كبيرة . ضع مسطرة عند نقطة تقابل الأشعة الضوئية مع مرآة وعمودية على المرآة . تعمل الخطوط المتعامدة زاوية 90° مع بعضها . قارن بين الزاوية التي تعملها الأشعة الضوئية مع المسطرة . والزاوية التي تعملها المسطرة مع أشعة الضوء المنعكسة . هل يظهر أنهما متساويتان ؟



(شكل ٨٢) عندما ينعكس الضوء ، فإن زاوية الانعكاس تساوى زاوية السقوط

يسمى الشعاع الضوئى الذى يقابل سطحاً لامعاً بالشعاع الساقط ، كما تسمى الزاوية التى يكونها مع العمودى عند نقطة سقوطه على السطح بزاوية السقوط . ويبين شكل ٨٢ كيف ينعكس شعاع ضوئى من الشمس . نجد أنه عندما ينعكس شعاع ضوئى من سطح أملس ، فإن زاوية السقوط تساوى زاوية الانعكاس .

لا يعكس سطح خشن الضوء بنفس الطريقة كما يعكسه سطح أملس . إذ يعكسه فى جميع الاتجاهات . تعكس ذرات التراب الموجودة فى الهواء ضوء الشمس عدة مرات قبل أن يصل إلى الأرض . ويسمى الضوء المنعكس بهذه الطريقة بالضوء المشتت .

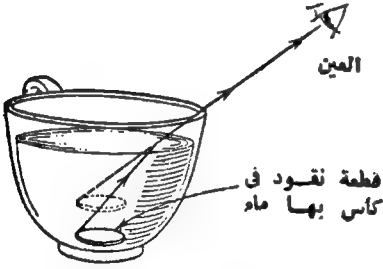
انعكاس الضوء

لا بد قد لاحظت أن الأنبوبة الماصة فى مشروب الكولا الذى تشربه تظهر دائماً كأنها منحرفة عند سطح السائل . ولفهم سبب حدوث هذا ، يجب أن تعرف المزيد من خواص الضوء . فانحراف أشعة الضوء عند انتقاله من مادة شفافة إلى مادة شفافة أخرى يسمى انكساراً .

تجربة ٨٣

كيف تثبت أن أشعة الضوء تنحرف ؟

ضع قطعة نقود في قاع طبق أو كأس فارغة موضوعة على المنضد .
قف في مكان بحيث يمكنك رؤية الطرف البعيد لقطعة النقود وذلك عندما تنظر إلى داخل الوعاء . ثبت وضعك هذا بينما يصب زميلك الماء في الوعاء ببطء دون تحريك قطعة النقود . هل ترى بالتدريج مساحات أكبر من قطعة النقود إلى أن تراها كلها في النهاية ؟



(شكل ٨٣) لماذا تظهر قطعة النقود أعلى من مكانها بعد صب ماء في الكأس ؟

يجب أن تفهم الآن لماذا يكون الماء في مجرى مائي ظاهر أنه ضحل ، أعمق مما ظننت بادىء الأمر . لقد ظهر القاع أقرب من الحقيقة بسبب انكسار الضوء . كما يمكنك أيضاً أن تفهم لماذا يمكن رؤية الشمس في الحقيقة قبل شروقها المبكر في الصباح بوضع دقائق ، وكذلك بعد غروبها في المساء . تذكر أن الهواء البعيد جداً من الأرض أخف من الجو الملاصق للأرض . فتتحرف أشعة الشمس عندما تمر من مناطق الهواء الخفيف إلى مناطق الهواء الأكبر كثافة .

تنحرف أشعة الضوء عندما تمر من الهواء إلى الزجاج لأن الزجاج أكبر كثافة من الهواء . وأكثر من هذا ، فإن الموجات الضوئية القصيرة تنحرف أكثر من الموجات الأطول . بمعنى آخر أن الضوء الأحمر ، الذي هو أطول الأشعة المنظورة ، ينحرف أقل من الضوء الأخضر أو الضوء الأزرق . عندما يحلل منشور زجاجي ضوء الشمس إلى ألوان الطيف السبعة ، يمتزج كل لون تدريجياً مع الذي يليه ، وعلى ذلك فليست هناك حدود فاصلة بين الألوان .

وقوس قزح ما هو إلا طيف يتكون عندما تنكسر أشعة الشمس بوساطة قطرات المطر . والألوان في قوس قزح هي نفسها التي في الطيف المكون بوساطة منشور زجاجي ، كما أنها مرتبة بنفس الترتيب . فتحلل كل قطرة الماء أشعة الشمس إلى طيف ولكن بزاوية مختلفة . فقطرة مطر عالية الارتفاع فوق الأرض ربما ترسل مباشرة أشعة حمراء إلى عينيك وربما تمر الأشعة الأخرى بجانبك . وربما تكون قطرة مائية أخرى على ارتفاع أقل في وضع بحيث يرسل لك أشعة زرقاء فقط . وقطرات الماء الأخرى بينهما ترسل الأصفر والأخضر والألوان الأخرى . وبذلك ترى عينك ألوان الطيف كلها .

ويمكن للظروف الجوية أن تسبب تكاثف قطرات الماء على ارتفاعات شاهقة جداً حتى إن أشعة الشمس تنعكس وتنكسر مرتين في كل قطرة . وعندما يحدث هذا، يتكون قوس قزح ثان وفي هذه الحالة غير العادية ينعكس ترتيب الألوان في قوس قزح .

يمكن استخدام الضوء لتكبير الأشياء

يمكن جعل الأشياء تظهر أكبر مما هي عليه في الحقيقة وذلك بسبب الطريق الذي يتبعه الضوء فمثلاً تكبر بعض أنواع النظارات الحروف في الجرائد حتى يمكن قراءتها بسهولة تامة . ويكسر الزجاج في الكشافات الأمامية للسيارة الضوء وبذلك فإنه ينتشر على مسافة كبيرة أمام السيارة . حتماً لقد راقبت سمك الزينة الملون وهو سابح في إناء زجاجي كروى ، فإذا رأيت نفس السمك خارج وعائه لفوجئت بأنه أصغر بكثير مما يظهر عليه داخل الوعاء . وقد كبرت حجوم الأسماك لأن الوعاء الكروى الزجاجي كان مقوساً وقد كسر الماء والزجاج أشعة الضوء . وستدرس هذه الخاصية في التجربة التالية .

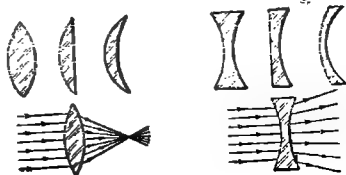
تجربة ٨٤

كيف يمكنك جعل جسم صغير يظهر كبيراً ؟

انزع غطاء علبة من الصفيح . وضعها على مادة لينة مثل قطعة من المطاط أو القماش اللين واعمل ثقباً صغيراً بالقرب من الوسط بوساطة مسمار . ضع

بضع قطرات من الماء على الثقب والمعدن المنخفض حوله . وبذلك تكون قد صنعت مكبراً . ضع إحدى اليدين تحت الغطاء وقرب عينك جداً من الماء لكي تتمكن من اختبار جلد ظهر يدك . انظر إلى نفس الجزء من يدك بدون المكبر . هل يمكنك تفسير الفروق في مشاهداتك ؟

يمكن استخدام أية مادة شفافة لها سطح مقوس أملس لكسر أشعة الضوء وعندما يستخدم الزجاج في هذا الغرض ، يكون عادة غليظاً في الوسط عن الأحرف ويسمى مثل هذا المكبر أو المجهر بعدسة محدبة . والعدسات في نظارات القراءة وزجاج كشافات السيارة كلها محدبة . وكل عين من أعيننا لها مثل هذه العدسة . وتأثير عدسة محدبة على أشعة ضوئية متوازية مبين في شكل ٨٤ ، أما العدسات الرفيعة في الوسط



شكل ٨٤ ، أما العدسات الرفيعة في الوسط عن الأحرف فتسمى عدسات مقعرة . تتفرق أشعة متوازية من الضوء بعد مرورها خلال عدسة مقعرة . عندما تمر أشعة ضوئية خلال عدسة فانها دائماً تنحني نحو جزء العدسة الغليظ وستتابع دراستك للعدسات في المسألتين التاليتين .

(شكل ٨٤) عدسات ذات أشكال عديدة تحرف الأشعة الضوئية في اتجاهات مختلفة

اختبر معلوماتك

- ١ - لأي الأغراض تستخدم المرايا في المحلات ؟
- ٢ - اذكر ألوان الطيف .
- ٣ - اذكر ثلاثة أشياء ربما تحدث لأشعة ضوئية عندما تسقط على جسم .
- ٤ - اشرح الفرق بين الانعكاس والانكسار .
- ٥ - لماذا يكون للضوء لون ؟
- ٦ - ما هو قوس قزح ؟
- ٧ - ما تأثير عدسة مقعرة على أشعة ضوئية ؟ وما تأثير عدسة محدبة ؟

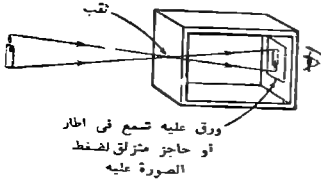
المسألة الثانية - كيف نرى الأشياء ؟

الدنيا مملوءة بالضوء والألوان ولكننا نرى فقط الضوء المنعكس لأعيننا من الأجسام المختلفة . ونحن نعرف الأشخاص ذوى الحجوم المختلفة لأن الضوء ينعكس مختلفاً من الأنف والأعين والشعر والأكتاف وهكذا . وربما نفهم أحسن كيف تهيب العين نفسها للضوء المنعكس بدراستنا للكاميرا ذات الثقب .

تجربة ٨٥

كيف تؤثر الكاميرا ذات الثقب في الضوء ؟

اعمل ثقباً صغيراً في وسط أحد أوجه صندوق صغير من الورق المقوى واستبدل وجه الصندوق المقابل بقطعة من الورق نصف الشفاف كورق الشمع . أظلم الحجرة . وضع شمعة مشتعلة على بعد حوالى قدمين من ثقب الصندوق . حرك الصندوق حتى تظهر صورة



واضحة للهب الشمعة على الورق النصف شفاف كما هو مبين في شكل ٨٥ . هل صورة الشمعة مقلوبة ؟

(شكل ٨٥) لماذا قلبت الصورة

على الحاجز ؟

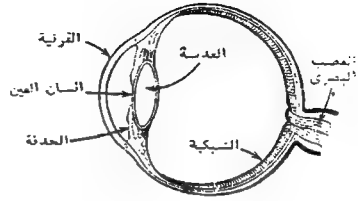
تحرف العدسة في الكاميرا العادية أشعة

الضوء ولذلك تتجمع في نقطة صغيرة مضيئة تسمى النقطة البؤرية وتسمى المسافة بين العدسة والنقطة البؤرية بالبعد البؤرى . وتركب العدسات في كثير من آلات التصوير بحيث لا يمكن تغيير البعد البؤرى . ولا تظهر صورة الأجسام الموضوعة أمام الكاميرا لغاية بضع أقدام ، على الفيلم في مؤخرة الكاميرا . ولتصوير جسم بهذا النوع من آلات التصوير ، يجب أن تزداد المسافة بين الجسم والكاميرا أو تقل حتى تتكون صورة الجسم في بؤرة العدسة .

العين

لفهم لماذا وكيف نرى ، يجب أن تعرف شيئاً عن تركيب العين (انظر شكل ٨٦) . وكما في الكاميرا ذات الثقب ، فأجزاء العين التى تمكننا من

الرؤية هي عدسة، وحجرة سوداء (صغيرة)،
وسطح حساس للضوء. والعين كروية
الشكل تقريباً ويسمى الغطاء الشفاف الأمامي
بالقرنية. ويوجد خلف القرنية، الجزء
الملون من العين الذي يسمى بحدقة العين
وتعرف الفتحة الدائرية الصغيرة في مركز
حدقة العين بإنسان العين.



(شكل ٨٦) تكون العدسة المحدبة التي
يؤمن الإنسان صوراً مقلوبة للأجسام على
الشبكية

وهناك مجموعتان من العضلات تتحكم في حجم إنسان العين. فعندما
ينعكس ضوء شديد نحو أعيننا تقل فتحتة على أنها تكبر في الضوء الخافت.
وتوجد العدسة خلف الحدقة. وفي مؤخرة العين توجد الشبكية. وتتكون
الصور على الشبكية كما تتكون على سطح الفيلم الحساس في مؤخرة الكاميرا.
وتخرج من الشبكية أعصاب شعرية إلى المخ الذي يحس بالصور ويترجمها.

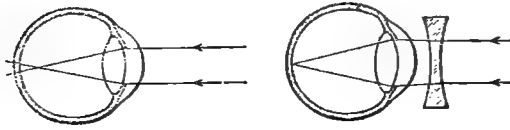
تتكون صورة لجسم عندما ينكسر الضوء المنعكس منه بوساطة العدسة
ويتركز على الشبكية. ويمكن أن تتغير العدسة بوساطة ست عضلات وبذلك
فالعين تكيف نفسها للرؤية. فتجعل هذه العضلات العدسة أكثر تحدباً لرؤية
الأجسام القريبة، وأقل تحدباً لرؤية الأجسام البعيدة. وبذلك تنحرف أشعة
الضوء من الأجسام القريبة أكثر من أشعة الضوء القادمة من جسم بعيد.
وتذكر أن العدسات تحرف أشعة الضوء نحو الجزء الغليظ من العدسة. وكلما
كانت العدسة غليظة، كان بعدها البؤري قصيراً وكانت الصورة أقرب
إلى العدسة.

عيوب العين

عرفت انه في العين السليمة العادية يمكن للعضلات أن تغير شكل العدسة
وبذلك تتكون صور كل من الأجسام القريبة والبعيدة على الشبكية ولكن كثيراً
من الناس لهم أعين غير سليمة تماماً. فالبعض لا يستطيع أن يرى بوضوح
الأجسام البعيدة، والبعض الآخر لا يستطيع رؤية الأجسام القريبة بوضوح.

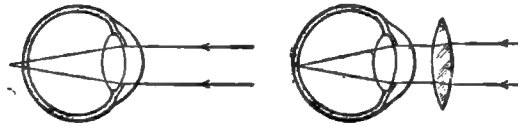
وبعض آخر يرى كل شيء غير واضح تماماً . ويمكن تصحيح هذه العيوب الشائعة باستخدام عدسات مناسبة .

وعند الشخص القصير النظر يكون تجويف عينه أكثر استطالة أو تكون العدسة أكثر تحدباً وبذلك تتكون صور الأجسام البعيدة أمام الشبكية وليست عليها . وترى مثل هذه العين بوضوح عندما يقرب الجسم جداً منها . ويصحح قصر النظر بلبس عدسات مقعرة . وبما أن العدسة المقعرة رقيقة في الوسط ، فهي تفرق أشعة الضوء قبل سقوطها على العين وبذلك تتكون صورة واضحة على الشبكية (انظر شكل ٨٧) .



(شكل ٨٧) لماذا تصحح عدسة مقعرة عين بها قصر نظر

وعند الشخص الطويل النظر يكون تجويف عينه أقصر أو العدسة أقل تسطحاً وبذلك تتكون صور الأجسام القريبة خلف الشبكية . ويمكن للعدسة أن تكون صورة على الشبكية فقط عندما يوضع الجسم على بعد مناسب من العين . ويصحح طول النظر بلبس عدسات محدبة . والعدسة المحدبة أكثر غلظاً في الوسط وبذلك تجمع الأشعة الضوئية قبل دخول العين ، وحينئذ يمكنها تكوين صورة واضحة على الشبكية (ادرس شكل ٨٨) .



(شكل ٨٨) اشرح كيف تصحح عدسة محدبة عين بها طول نظر

وهناك نوع ثالث من عيوب الإبصار يسمى بالاستجماتزم . وفيه تكون إما أن قرنية العين ليست كروية تماماً أو أن سطح العدسة ليس منتظماً . وفي

كلتا الحالتين تكون كل أجزاء الجسم غير واضحة تماماً . ويصحح الاستجماتزم بـعدسات تشكّل خصيصاً لتصحيح عدم الانتظام في شكل القرنية أو العدسة .

العناية بالعين

إذا كنت لا تستطيع الرؤية بوضوح عبر حجرة الدراسة أو تشعر بصداع في رأسك عندما تقرأ ، فيجب أن تختبر عينيك بوساطة اخصائى الذى يصحح النظر غير السليم . ولا يجب أن ينجّل شخص ما لأنه يلبس نظارة . ويمكنك أن تساعد عينيك لتقوم بعملهما جيداً باتباع هذه الارشادات :

١ - عندما تقرأ أو تكتب ، اجلس بحيث يسقط الضوء من جهة كتفك اليسرى وإذا كنت تكتب بيدك اليسرى ، فيجب أن يسقط الضوء من جهة كتفك اليمنى .

٢ - إذا تعبت عيناك من القراءة أو من عمل دقيق فيجب أن تريحهما وذلك بالنظر إلى منظر بعيد أو أقفلهما لعدة دقائق .

٣ - يجب أن يكون هناك ضوء مشتم كافٍ عندما تستدكر دروسك أو تقود بأى نشاط .

٤ - نم كثيراً وقم بكثير من التمرينات الرياضية .

٥ - لا تفرك عينيك .

٦ - لا تقرأ أثناء رقادك .

اختبر معلوماتك

١ - كيف تشبه عين الإنسان الكاميرا البسيطة ؟

٢ - اذكر أسماء أجزاء العين المختلفة وشرح عمل كل جزء .

٣ - ابحث في حجرة دراستك عن الظروف التى تحدث إجهاداً للعين . واذكر كيف تصحح كل منها .

٤ - صف أنواع العدسات المختلفة التى تستخدم فى عمل نظارات النظر واذكر عيب الإبصار الذى تصححه كل عدسة .

- ٥ - إذا نظرت من النافذة ثم استدرت لقراءة كتاب ، فما التغيرات التي تحدث في عدسات عينيك ؟
- ٦ - اذكر ستة إرشادات للعناية بالعين .

المسألة الثالثة - كيف نحسن مدى بصرنا ؟

لقد اعتقد الناس لقرون عديدة أن أرضنا تقف ثابتة وأن النجوم تتحرك في مسارات منحنية حولها . ولكن بعد أن اخترع التلسكوب ، تمكن العلماء من دراسة حركات الأرض والكواكب الأخرى . واعتقادنا الخالي أن الأرض تدور حول محور تخيلي يرجع إلى ابتداء القرن السابع عشر عندما عمل جاليليو ، وهو عالم إيطالي ، أول الأجهزة التلسكوبية . وقد اخترع منذ وقت جاليليو أجهزة كثيرة لإطالة مدى الرؤية .

التلسكوب

كان أول تلسكوب تم صنعه بسيطاً في تركيبه ، فقد ركب جاليليو عدسة محدبة في أنبوبة من الرصاص . وجمعت العدسة أشعة ضوئية بقدر ما تجمعها عين الإنسان . وكبرت الصورة عدسة مقعرة بالقرب من الطرف الآخر للأنبوبة ، وبذلك رأى جاليليو صورة جسم بعيد كان إما غير منظور أو غير واضح الرؤية لعينه المجردة .

لم يقنع جاليليو بتلسكوبه الأول ، فحسن اختراعه حتى تمكن من دراسة صورة تبلغ ثلاثين ضعفاً للحجم الأصلي . ورأى أن المجرة تحوى نجوماً . ولاحظ أيضاً أربعة أقمار تدور حول كوكب المشتري . وبذلك بدأت معرفتنا للمجموعة الشمسية .

وتسمى التلسكوبات ، مثل تلسكوب جاليليو ، التي ينكسر فيها الضوء بتلسكوبات انكسار . وتسمى التلسكوبات التي فيها ينعكس الضوء بوساطة مرآة مقعرة كبيرة بدلا من عدسة بتلسكوبات انعكاس .

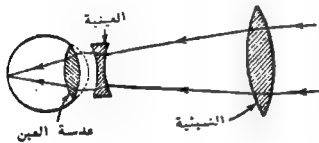
ويتمكن الفلكيون في مرصد مونت ويلسون بالقرب من باساينا

بكاليفورنيا ، من دراسة الأجسام السماوية التي تبعد ملايين السنين من الأرض باستخدام مرآة كبيرة مقعرة يبلغ قطرها أكثر من ثمانى أقدام . وقد صوروا مئات الألوف من النجوم وحسبوا حجومها وبعدها عن الأرض . ويوجد تلسكوب عاكس أقوى على جبل بالومار فى كاليفورنيا . وسيساعد فى حل غوامض السماء ويبلغ قطر مرآته حوالى سبع عشرة قدماً وهى أكبر قطعة واحدة من الزجاج صنعت إلى الآن . وتتكون الصورة المنعكسة من هذه المرآة الكبيرة على لوح فوتوغرافى حساس .

مناظير الأوبرا

لرؤية الأجسام التى لا يمكن رؤيتها بوضوح لبعدها عنا داخل المنزل ، نستخدم أحياناً ما يسمى منظار الأوبرا . وبدل اسمها على أن الجالسين فى مؤخرة مسرح كبير أودار الأوبرا يستخدمونها ليطيل من مدى رؤيتهم للأشياء . وخلال هذه النظارات تصبح دقائق ملابس وتغيرات أوجه الممثلين واضحة تماماً كما لو كان ينظر إليها من الصف الأول .

ويتكون منظار الأوبرا من تلسكوب ذى أنبوتين قصيرتين ، العينية عبارة عن عدسة مقعرة لها نفس البعد البؤرى كعين الإنسان وبذلك فهى تلاميضى عدسة العين (لأن قوتها تساوى قوة عدسة العين ولكن بإشارة مخالفة) . والعدسة المحدبة (الشيئية) فى مقدمة منظار الأوبرا وبذلك فهى تكون صوراً واضحة على الشبكية مباشرة . (انظر شكل ٨٩) .

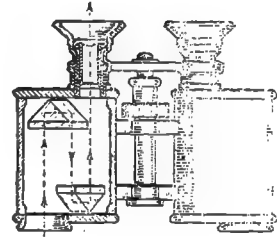


(شكل ٨٩) فى منظار الأوبرا توضع عدستين فى أنبوبة بين العين والجسم . والتصميم مشابه لتصميم تلسكوب جاليليو الأول

ولمنظار الأوبرا مجال رؤية صغير ويكبر ثلاثة أو أربعة أضعاف فقط . وتظهر الصورة معتدلة حيث أنها تتكون على الشبكية مثل الصور التى تتكون بوساطة عدسة العين . وأحياناً تتركب نظارات تلسكوبية من هذا النوع على المدافع حتى يمكن تصويب نيرانها بدقة .

المجهر الثنائي (Binocular)

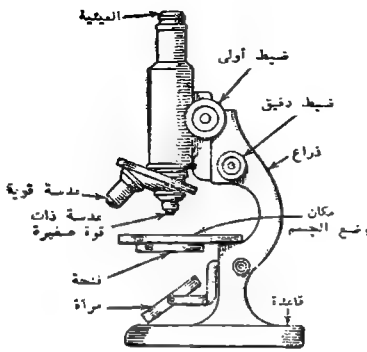
هنا نوع آخر من التلسكوبات القصيرة المدى ، له أنبوتان ، ومجال رؤيته أكبر من مجال رؤية منظار الأوبرا . وتستخدم منشورات زجاجية وعدسات في هذا المجهر الثنائي . وتدخل أشعة الضوء في أنبوتين متوازيين وتنعكس أربع مرات بواسطة منشورات زجاجية كالمبينة بالخطوط المنقطعة في شكل ٩٠ . وبترتيب المنشورات على هذا النحو يقطع الضوء ثلاثة أمثال طول الأنبوبة قبل مروره من العدسة القريبة من عين المشاهد . وعدسات المجهر الثنائي هي من نفس نوع العدسات المستخدمة في مناظير الأوبرا والتلسكوبات .



(شكل ٩٠) تمكس منشورات المجهر الثنائي الضوء إلى أعلى وإلى أسفل في الأنابيب القصيرة وهذا له نفس التأثير كأنبوبة أطول

المجهر (الميكروسكوب)

يمكن استخدام عدسة مكبرة ، شبيهة بعدسة القراءة ، لفحص الأجسام الدقيقة جداً . وبمثل هذه العدسة يمكننا مثلاً معرفة عدد بذور الأعشاب في مخلوط من بذور الحشائش أو فحص أجزاء من زهرة أو حشرة . وثمة عدسة تكبير صغيرة تجمع وتفرق أشعة الضوء لكن يظهر الجسم أكبر من حقيقته .



ولكثير من الميكروسكوبات مجمرعتان

من عدسات التكبير . فتوجد عدسة صغيرة بالقرب من الجسم تكون صورة مكبرة ثم تكبر الصورة مرة أخرى بعينية موضوعة في الطرف الآخر من الأنبوبة . والواقع أن مجهرأ من هذا النوع به عدستا تكبير ، وبتركيب عدسات مع بعضها تكبر الأشياء عدة مرات أو مرات كثيرة

على حسب الطلب ، وبذلك يكون للميكروسكوبات مدى واسع للتكبير .
 فبعضها يكبر عشرة أضعاف ، والبعض أربعين ضعفاً على حين يكبر البعض
 الآخر خمسمائة ضعف . ومعظم الميكروسكوبات كالنوع المبين في شكل ٩١ .
 وتنعكس مرآة تحت الجسم الضوء خلاله وعليه وكذلك خلال العدستين .

الصور المتحركة (السينما)

ليس من الصعب الحصول على صور متحركة لبعض الأشياء . إن النقاط
 صور ، ببساطة آلة تصوير سينائية ، لمناظر متحركة مثل مباراة كرة قدم ،
 لهواة شائعة . وتشبه الكاميرا المستخدمة لهذا الغرض الكاميرا العادية التي تصور
 الأجسام الثابتة . ويتحرك الفيلم في آلة التصوير السينائية ببساطة جهاز يدفعه

دفعات سريعة . وتؤخذ

الصورة أثناء تحريك الفيلم

أى إنه يفتح حاجز الضوء

لتعريض العدسة والفيلم

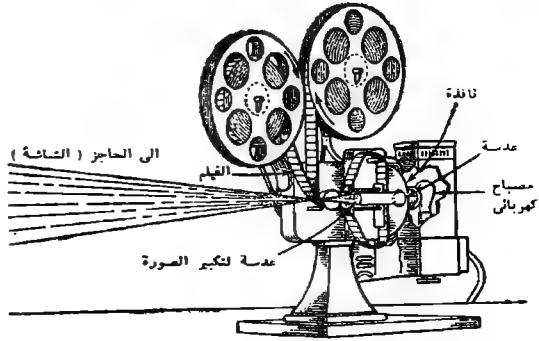
للضوء عندما يكون الفيلم

غير متحرك . وتؤخذ عادة

ست عشرة صورة في الثانية

وتبين كل صورة الجسم

وهو في وضع مختلف .



(شكل ٩٢) في آلة عرض الصور المتحركة ، يكون

الضوء الساقط على فيلم شفاف صوراً من الفيلم على حاجز

وهناك مجموعة من العدسات تكبر الصورة مرات كثيرة

وبعد تخميص نسخات موجه يمر في آلة عرض بينما يمر الضوء خلال الفيلم

ومنه إلى حاجز مناسب . وتظهر الصور على الحاجز بمعدل ست عشرة صورة

في الدقيقة للأفلام الصامتة . ويستخدم معدل الست عشرة صورة في الثانية

لأننا نستمر في رؤية الضوء حوالي ١/١٠ من الثانية بعد اختفائه . وبذلك فالعين

قادرة على تجميع هذه الصور، وبذلك تظهر الأجسام كأنها متحركة ويظهر

ذلك في التجربة التالية :

تجربة ٨٦

كيف تبين أن الصور المتحركة خداع ضوئي ؟

ارسم بلبلا على قطعة من الورق المقوى . وعلى الوجه الآخر لقطعة الورق المقوى ارسم قفص طائر أكبر قليلاً من البلبل الذى رسمته . اعمل فتحة فى ممحاة القلم الرصاص وادفع الطرف السفلى للورقة فيها . أمسك القلم الرصاص معتدلاً بين راحتي يديك وأدر القلم بسرعة بتحريك يديك . هل يظهر البلبل داخل القفص ؟

لقد بقيت صورة البلبل إلى أن رأيت القفص ، يحدث نفس التأثير عند عرض صور متحركة . تستمر كل صورة على الشبكية إلى أن تظهر الصورة التالية . وبذلك بينما تتبع الصورة صورة أخرى بسرعة ، تظهر حركة الأجسام المتحركة سهلة عادية . ويعزى عالم هذا التأثير إلى استمرار العين لرؤية الصورة لبرهة قصيرة ، وعندما تصاحب خطبة أو أصوات موسيقية صوراً متحركة ، فيعرض على الحائز أربع وعشرون صورة فى الثانية .

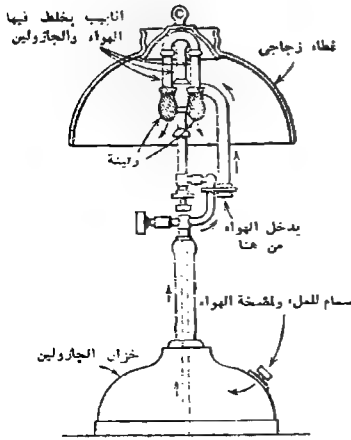
وبين شكل ٩٢ رسماً للأجزاء الهامة فى آلة عرض سينمائية .

اختبر معلوماتك

- ١ - كيف تشابه تلسكوبات الانكسار وتلسكوبات الانعكاس ؟ وكيف يختلفان ؟
- ٢ - أين توجد أكبر قطعة من الزجاج الصلب صنعت حتى الآن ؟ وفى أى شيء تستخدم ؟
- ٣ - كيف تستخدم العدسات فى منظار الأوبرا ؟
- ٤ - اذكر خمسة أجهزة تستخدم لتحسين مدى بصرنا ؟
- ٥ - اشرح تركيب ميكروسكوب بسيط .
- ٦ - لماذا تعتبر الصور المتحركة خداعاً بصرياً ؟
- ٧ - هل يجب أن يسمح للصيادين باستخدام بنادق مزودة بمنظير تلسكوبية ؟

المسألة الرابعة - كيف نستخدم الضوء في منازلنا ؟

إذا كان أجدادك قد استخدموا شموعاً ومصابيح زيتية في صغرهم ، فان أعينهم كانت تتعب بسرعة بعد حلول الظلام وربما لم يسهروا لساعة متأخرة وبسبب الإضاءة الضعيفة في منازلهم ، كانوا يستطيعون القراءة لوقت قصير في المساء . ولا يستطيعون رؤية الصور المتحركة أو المباريات الرياضية في الحدائق العامة المضاءة جيداً مساء . وكان العمل في مصانع كثيرة ينتهى في وقت متأخر بعد الظهر ، وتحدث كثير من الإصابات وحالات الرفاة بسبب عدم كفاية الإضاءة في أماكن خطيرة حول الآلات .



(شكل ٩٣) يشتمل بخار الجازولين المخلوط بالهواء في مصباح الجازولين سهل الحمل . وتوهج الرنتينة بضوء أبيض متوهج

ومع أن ضوء مصابيح غاز الاستصباح كان أصفر فاقعاً ، إلا أنها كانت أفضل من المصابيح الزيتية . وما زال كثير من المنازل يضئ بالمصابيح الغازية في الأماكن التي فيها غاز الاستصباح الطبيعي رخيصاً . واستعمال الغاز فيه من خطر اندلاع الغاز ما للهب المكشوف . ولقد تحسنت جداً مصابيح الغاز الطبيعي ومصابيح الجازولين باستخدام أغشية مدهونة بمادة عازلة توضع على اللهب (الرنتينة) ، التي اخترعها ولسباخ . إذ أصبح الغاز أقوى في الإضاءة ويعطى ضوءاً أبيض .

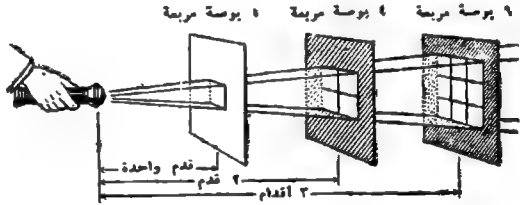
الاستضاءة والمسافة

تنتشر أشعة الضوء من مصدرها في جميع الاتجاهات . وكلما بعدنا عن مصدر الضوء نستقبل كمية أقل من الضوء . وأنت تعلم ذلك جيداً عندما تقرب كتاباً من مصباح حتى تظهر الصفحة المطبوعة ساطعة ، أو عندما تقرب مصباحاً منك لتحصل على إضاءة أكثر لعملك .

تجربة ٨٧

كيف تبين العلاقة بين شدة الاستضاءة والمسافة ؟

اقطع ثقباً مربعاً طول ضلعه بوصة واحدة في وسط قطعة كبيرة من الورق المقوى . وانزع من قطعة أخرى كبيرة من الورق المقوى مربعاً طول ضلعه ٢ بوصتان . وعلى قطعة ثالثة من الورق المقوى ارسم مربعاً طول ضلعه ٣ بوصات على كلا وجهيها . قسم هذا المربع الكبير إلى بوصات مربعة ورتب قطع الورق المقوى الثلاث كما هو مبين في شكل ٩٤ . ضع بطارية جيب بالقرب من الفتحة التي مساحتها ١ بوصة مربعة . كم من البوصات المربعة في الورقة الثانية يسقط عليها الضوء ؟ وكم عددها في الورقة الثالثة ؟



(شكل ٩٤) ما هي العلاقة بين شدة الاستضاءة على حاجز والمسافة بين الحاجز ومصدر الضوء ؟

إذا كان بعد جسم قدر ثلاثة أضعاف بعد جسم آخر من مصدر ضوئي ، فيصله فقط $\frac{1}{9}$ ما يصل الآخر من كمية الضوء . أى إن شدة الإضاءة تقل بسرعة كبيرة عندما يزداد البعد عن مصدر الضوء . فإذا أبعد جسم عن مصدر الضوء قدر أربعة أمثال بعده الحالى عنه ، فيصله $\frac{1}{16}$ فقط من كمية الضوء التي تصله حالياً .

الوهج

مع أنه قد يكون لديك الضوء الكافي لكي تشتغل أو تقرأ ، فانه يجب عليك أن تكون حريصاً لتجنب الوهج . ويحدث الوهج عندما تنفذ الأشعة الضوئية مباشرة داخل العين . تذكر أن إنسان العين يضيق عندما تواجه ضوءاً شديداً . وإذا عرض إنسان العين مرة للوهج ، فلا تتمكن العين من تمييز الأجسام القريبة منها لأن الضوء المنعكس من هذه الأجسام يكون خافتاً جداً . في حالة الإضاءة الضعيفة أو غير الملائمة فربما تقع حوادث لأن الناس لا يستطيع

أن تقدر المسافات بدقة . وفي بعض الأحيان يكون سائقو السيارات السبب في الحوادث لأن المصابيح الأمامية للسيارات المقربة منهم تعميهم لحظياً .

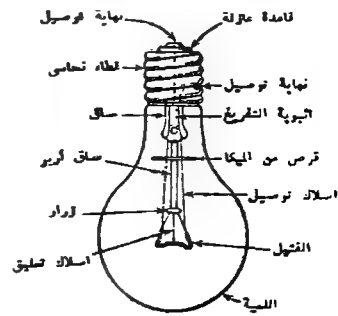
الإضاءة الحديثة للمنازل

نحن ندين لتوماس اديسون بالشكر العظيم للسنين التي قضاه يعمل في أناة في إجراء التجارب التي أدت إلى اكتشافه لمصباح الإنارة الكهربى وستساعدك التجربة التالية على فهم تركيبها وطريقة عملها .

تجربة ٨٨

كيف تصنع بصلة المصباح الكهربى؟

أدر الغطاء النحاسى لمصباح كهربى في لهب حتى يلين الشمع الذى يلحمها . استخدم ماسكاً لفك الغطاء . وانزع الشمع اللين بوساطة سكين . لاحظ العازل وكيف توصل الأسلاك وكيف يلحم الساق في المصباح . استخدم مبرداً لخدش الزجاج حول اللحام وانزع المجموعة من البصلة الزجاجية . ادرس الأجزاء المكتوب أسماءها في شكل ٩٥ . هل يمكنك تتبع مسار التيار الكهربى الداخلى في المصباح والخارج منه .



عندما يصنع المصباح الكهربى ، يخلخل الهواء منه ، وبذلك لن يكون هناك أكسجين ليتحد مع الفتيل عندما تسخن . ثم يدخل فيها غازات خاملة (غير نشطة كيميائياً) مثل النيتروجين ، ثم يلحم المصباح قبل وضع الغطاء المصنوع من الشبه ويمكن تسخين الفتائل في مثل هذه المصابيح إلى درجات حرارة مرتفعة لمدة ساعات طويلة .

توزيع الضوء

يوزع الضوء بثلاث طرق تعرف بالطريق المباشر وغير المباشر ونصف

المباشر . فعندما يسمح لأشعة الضوء أن تسقط مباشرة من مصدرها إلى المكان المراد إضاءته ، تكرر الإضاءة مباشرة . ولا يفقد كثير من هذا الضوء بالامتصاص أو التشتيت ولكن الإضاءة المباشرة غالباً ما تسبب الوهج .

يمكن توجيه أشعة الضوء نحو الجدران والسقف إذا كان الجسم موضوعاً خلف عاكسات معتمة . فالضوء المنعكس من هذه السطوح يكون هادئاً مشتتاً . وتسمى هذه الطريقة في الإضاءة بالإضاءة غير المباشرة .

يمكن التغلب على الوهج أيضاً وذلك بتوجيه أشعة الضوء نحو مواد نصف شفافة مثل الحرير أو ورق مشيع (Parchment) ، وستنعكس بعض أشعة الضوء من الجدران والأسقف أيضاً . وبهذه الطريقة يمكن لمصابيح إنارة موزعة بانتظام أن تعطى استضاءة مرضية وتكاليف أقل من إضاءة كلية غير مباشرة . وتسمى مثل هذه الطريقة بالإضاءة نصف المباشرة .

تجربة ٨٩

كيف تحصل على اضاءة صناعية في منزلك ؟

استغرق بضع دقائق للملاحظة كيف يضاء منزلك أثناء النهار . هل يمكنك القراءة في أغلب الحجرات بدون ضوء صناعي ؟ هل لدى والدتك ضوءاً كافياً لتحريك الملابس فيه ؟ ما هي مصادر الضوء التي تستخدمها ليلاً ؟ هل هي مباشرة ، أو غير مباشرة ، أو نصف مباشرة ؟ وربما أمكنك أن تقترح على والدك كيف يمكن تحسين الإضاءة إذا كانت غير مرضية .

تؤثر السطوح على توزيع الضوء

تعتمد كمية الضوء المنعكس من سقف وجدران حجرة على اللون وعلى ملاسة هذه السطوح . ويمكن التحكم في كفاية واستهلاك الإضاءة لحد ما باستخدام ألوان تعكس وتشتت الضوء . ويبين الجدول الآتي النسبة المثوية التي ينعكس بها الضوء المشتت بألوان مختلفة .

النسبة المئوية
لضوء المنعكس

اللون

٧٥	...	...	...	...	...	...	...	...	أبيض
٧٠	...	...	...	...	...	...	...	...	رصاصي بلون اللؤلؤ
٦٧	...	...	...	...	...	...	...	...	أخضر لامع
٦٢	...	...	...	...	...	...	...	...	أصفر فاقع
٥٥	...	...	...	...	...	...	...	...	كريم
٣٠	...	...	...	...	...	...	...	...	أزرق سماوى
٢٧	...	...	...	...	...	...	...	...	أحمر قرمزى
١٨	...	...	...	...	...	...	...	...	بنى
٥	...	...	...	...	...	...	...	...	بنى ضارب إلى الاحمرار

المصباح الفلورىس

أنت تعرف استعمالات كثيرة للمصابيح الفلوريسية . فتستخدم فى إضاءة
الحوم والحلويات والأصناف القابلة للتلف المعروضة على أرفف مبردة حيث
إنه من الأهمية بمكان حفظ درجة الحرارة منخفضة . كما تستخدمها المطاعم
والمدارس والمكاتب والمصانع وكثير من المكتبات العامة ، معلقة فى الأسقف
لتعطى مباشرة استضاءة قوية بوهج قليل . وربما كان هناك فى منزلك مصباح
فلورىسى فوق حوض المطبخ أو زوجاً قصيراً من المصابيح الفلورىسية الأنبوبية
فى الحمام .

فعندما يمر تيار كهربى فى مصباح فلورىسى ، فإن بخار الزئبق يسمح
للكهربا بالمرور من أحد طرفى الأنبوبة إلى طرفها الآخر . وتشتع أشعة فوق
بنفسجية . وعلى جدار الأنبوبة الفلورىسية من الداخل توجد طبقات من مواد
كيميوية تتوهج عندما تسقط عليها أشعة الضوء فوق البنفسجية . وبذلك
فتوهج المواد الكيميائية هو الذى يشع أشعة الضوء المنظور من الأنبوبة الفلورىسية .

وللمصابيح الفلورىسية درجات حرارة أقل من درجات حرارة
المصابيح الكهربائية العادية أثناء إضاءتها . وتعطى نفس الكمية من الكهرباء ،

إضاءة أكثر مما تعطىها المصابيح ذات الفتائل . كذلك يمكن التحكم فى لون الضوء الناتج من مصباح فلوريسى وذلك باختيار المواد الكيميائية التى يطفى بها جدار الأنبوبة الداخلى . ويسمح شكل الأنابيب الفلورية المستدير وأطوالها أن يعطى المصباح ضوءاً على السطح بدون أن يكون ظلالاً .

اختبر معلوماتك

- ١ - اشرح كيف تقل شدة الإضاءة مع البعد عن مصدر الضوء .
- ٢ - لماذا لا يستحب الريح ؟ وكيف يمكن تلافيه ؟
- ٣ - اذكر أسماء الأجزاء الأساسية فى مصباح كهربى و اشرح فائدة كل جزء .
- ٤ - ما هى الثلاث الطرق الهامة المستخدمة فى توزيع الضوء ؟ وما هى مميزاتها وعيوبها ؟
- ٥ - لماذا كانت ألوان الجدران والأسقف هامة فى إضاءة المنزل ؟
- ٦ - اشرح باختصار كيف يتركب مصباح فلوريسى . وما هى مميزاته على المصابيح ذات الفتائل ؟

المسألة الخامسة - لماذا يكون للأشياء ألوانا ؟

هل تفضل تفاحة لونها أحمر قائم على أخرى لونها أصفر ناضج (فاتح) لأنك تستحسن الأحمر دون الأصفر ؟ وربما يحب والدك الحلل البنية اللون وأربطة العنق الخضراء . فتفضيلنا وأذواقنا فى الألوان خبرة شخصية لأن ذوقنا فى الألوان يتأثر بعوامل كثيرة .

فاللون هو ما نرى عندما تتأثر أعيننا بالموجات الضوئية المختلفة الأطوال . نتذكر من دراستك للمسألة الأولى فى هذا الفصل أن المنشور يحلل حزمة من ضوء الشمس إلى أطوال موجية مختلفة . وكل طول موجى من الضوء يحدث تأثيراً لونياً مختلفاً فى أعيننا .

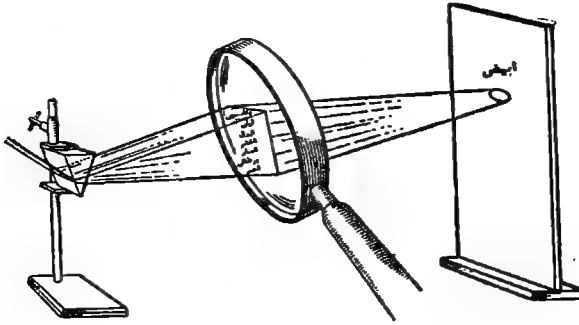
فعندما تسقط أشعة الشمس أو ضوء أبيض على جسم ما ، فإن لون الجسم يتوقف على الأطوال الموجية التى يعكسها الجسم . فمثلاً إذا عكست قطعة

من الورق كل الألوان الموجية للطيف بالتساوى ، فان الورقة تظهر بيضاء .
 وإذا كان سطح يعكس الطول الموجي الذي يحدث اللون الأحمر وحده ويمتص
 موجات الطيف الأخرى ، فان السطح يظهر باللون الأحمر . واللون الأسود
 معناه عدم وجود لون لأن الجسم الأسود يمتص كل الموجات الضوئية للطيف .

تجربة ٩٠

كيف يمكن تجميع ألوان الطيف ؟

ضع منشوراً بحيث يحلل أشعة الشمس إلى طيف ينتشر على حاجز أبيض .
 وضع عدسة قراءة كبيرة بين المنشور والحاجز كما هو مبين في شكل ٩٦ .
 عدل وضع العدسة بحيث يكون بعدها عن الحاجز مساوياً لبعدها البؤري .
 ماذا يظهر على الحاجز ؟



(شكل ٩٦) يحلل المنشور الزجاجي الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف السبعة ،
 وتجمع العدسة الألوان مرة أخرى إلى الضوء الأبيض

كانت البقعة المضيئة على الحاجز بيضاء لأن كل ألوان الطيف كانت
 متجمعة . ولو قد امتصت بدلا من انعكاسها ، لظهرت بقعة سوداء على الحاجز .

خلط الألوان

تعرف ألوان الطيف السبعة بالألوان النقية . وتسمى الثلاثة الألوان النقية
 الأحمر والأخضر والأزرق بالألوان الأساسية حيث إنه لا يمكن الحصول عليها
 بمزج الألوان الأخرى . ولكن عندما يمزج كل لونين من الأحمر والأخضر

والأزرق مع بعضهما أو عندما تمزج الثلاثة الألوان مع بعضها بنسب مختلفة ،
يمكن الحصول على كل الألوان الممكنة الأخرى . ويسمى الأزرق والأصفر
بالألوان المتكاملة ، فيحدثا لوناً أبيض عند مزجهما ببعض .

تجربة ٩١

كيف تخطط اللون الأزرق واللون الأصفر لتحصل على لون أخضر ؟

ارسم على السبورة حزمة واسعة بطباشير أزرق . وارسم على جزء من
الحزمة الزرقاء ، حزمة ضيقة بطباشير أصفر . فتكون الآن قد مزجت الأزرق
والأصفر . فما اللون الذى تحصل عليه ؟ ارسم بطباشير أحمر فوق الأخضر
الناتج من مزج الأزرق بالأصفر ، فما اللون الذى تحصل عليه ؟

يتمتع الأزرق كل الضوء ما عدا الأخضر والأزرق ، فانه يعكسهما .
ويعتص الأصفر كل الضوء ما عدا الأصفر والأخضر . فعندما تخطط الأزرق
والأصفر ، فيمتص الأزرق الأصفر ويمتص الأصفر اللون الأزرق . وبما أن
كليهما يعكس الأخضر فيكون هو اللون الذى نراه .

التعب اللوني

ربما كانت مجموعة الألوان التى تسر شخصاً ما ، تسمى شخصاً آخر .
وربما يشعر الشخص الثانى أن الألوان متضاربة . فالحروف المكتوبة باللون
الأزرق المائل إلى الأخضرار على أرضية ذات لون أحمر ، تبدو كأنها
تتذبذب بالقرب من أطرافها . واللون الأحمر الزاهى المشاهد فى ضوء قوى ،
سريعاً ما يتعب أجزاء العين والمخ التى تتأثر بأشعة الضوء الحمراء المنعكسة .

ويتعب الأحمر والأزرق الزاهيان ، العينين بسرعة أكبر . ولا يجب
استعمال المصابيح ذات الألوان الحمراء أو الزرقاء فى عمل دقيق على سطوح
ذات ألوان متعددة .

هل لاحظت مرة خشبة مسرح تتغير فيه ألوان الملابس فجأة من وقت
لآخر ؟ وكان التغير يعمل بتصريب أشعة ضوئية ذات ألوان مختلفة على الملابس .

وللحصول على أحسن النتائج المرصية، يتطلب دراسة تأثير مزج الألوان بصبر عظيم. ولقد دلت بعض الاختبارات على أن اللون يؤثر في العواطف. فاللون الأحمر يهيجنا والأزرق مقبض لنا والبنفسجي يحزننا. ويجب أن تكون الألوان المحيطة بنا بهيجة وجذابة.

اختبر معلوماتك

- ١ - لماذا تظهر المواد عادة بالوان مختلفة عند رؤيتها تحت ضوء صناعي ولا يحدث هذا عند مشاهدتها في ضوء النهار ؟
- ٢ - عرّف : اللون ، الطيف ، الألوان الأساسية ، الألوان المتكاملة .
- ٣ - إذا صحت قطع طباشير متساوية الطول ذات ألوان أحمر وأزرق وأصفر وقلبت مسحوقها ، فما اللون الذي يرى ؟
- ٤ - كيف تؤثر المعرفة بالألوان في تزيين المنزل ؟
- ٥ - ما الذي يسبب تعب الألوان ؟ وكيف يمكن تجنبه ؟

الطاقة والضوء

يحتوي الطيف المنظور على أطوال موجية من أقصر بنفسجي إلى أطول أحمر. وهذا جزء صغير جداً من كل طيف الطاقة المشعة. فيلي البنفسجي المنظور توجد الأشعة فوق البنفسجية وأشعة اكس، وإشعاعات الراديو والأشعة الكونية وهي الأقصر طولاً. وفوق أحمر الطيف المنظور توجد الأشعة تحت الحمراء وموجات اللاسلكي القصيرة وموجات اللاسلكي الطويلة ثم الموجات الكهربائية وهي الأكثر طولاً. وتنتقل كل هذه الموجات التي في طيف الطاقة المشعة بسرعة حوالي ١٨٦٠٠٠ ميل في الثانية وتنتقل عبر الفراغ. ويمكن لبعضها اختراق الرصاص والحجر والأسمنت المسلح. ويمكن انتقال الطاقة بوساطة موجات طيف الطاقة المشعة.



(شكل ٩٧) جهاز الراديو
يتأثر بالأشعة تحت الحمراء
التي تسبب دوران
المروحة.

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الأولى

الضوء صورة للطاقة ، ويسير في خطوط مستقيمة .
لضوء الشمس موجات دقيقة غير متساوية الطول تحدث ألواناً ونسمى
السبعة الألوان النقية لضوء الشمس بالطيف الشمسي .
الأشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء غير مرئيتين .
المواد إما أن تكون شفافة أو نصف شفافة أو معتمة .
يمكن للضوء أن ينعكس وأن ينكسر . وتتكون أقواس قزح عندما ينكسر
الضوء خلال قطرات الماء .
زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس .
تنحني أشعة الضوء المنكسرة نحو جزء العدسة الغليظ ، ويمكن استخدام
الضوء في التكبير .
العدسات المحدبة أكثر غلظاً قرب الوسط ، والعدسات المقعرة أكثر
رقة قرب الوسط . ولدى كلٍّ في عينيك عدسة محدبة .

المسألة الثانية

نحن نرى الأجسام التي تعكس الضوء .
تنحرف الأشعة الضوئية المارة خلال عدسة محدبة نحو النقطة البؤرية
التي تسمى البؤرة . ويقاس البعد البؤري من منتصف العدسة إلى البؤرة .
كلما كانت العدسة أكثر غلظاً ، كانت الصورة أقرب إليها .
الأجزاء الأساسية في عين الإنسان هي العدسة والقرنية والمحدبة وإنسان
العين .
عيوب الإبصار الشائعة هي قصر النظر وطول النظر والاستجماتزم .
تصحح العدسات المحدبة طول النظر ، وتصصح العدسات المقعرة قصر
النظر ، أما الاستجماتزم فيحتاج إلى عدسات تشكل خصيصاً له .

المسألة الثالثة

يمكن مد الرؤية بوساطة تلسكوب ومناظير الأوبرا والمجهر الثانى
ذى المنشور .

الميكروسكوب البسيط يجعل الأجسام الصغيرة تبدو أكبر ، تحتوى
بعض الميكروسكوبات على مجموعات من العدسات .

الصور المتحركة هى خدعة ضوئية تعتمد على استمرار رؤية صورة
جسم لفترة زمنية صغيرة تبلغ $\frac{1}{16}$ من الثانية . وترى ست عشرة صورة فى
الثانية فى الأفلام الصامتة ، أما الناطقة فترى ٢٤ صورة فى الثانية .

المسألة الرابعة

تقل شدة الإضاءة كلما زاد البعد عن مصدر الضوء . فالجسم الذى
يبعد عن مصدر الضوء بمقدار الضعف ، يصل إليه فقط ربع كمية الضوء .

يتوزع الضوء بطرق مباشرة وغير مباشرة أو نصف مباشرة .
تحدث الإضاءة الفلورية ضوءاً هادئاً بوهج بسيط . وكذلك فهى
أقل سخونة وأرخص من الإضاءة بمصابيح فتيلية .

المسألة الخامسة

الأطوال الموجية المختلفة لضوء منعكس تسبب تلون الأجسام .
يمكن رؤية الألوان الطبيعية فى الضوء الأبيض فقط . ويحتوى الضوء
الأبيض على كل ألوان الطيف .
يمتص السطح الأسود كل الموجات الضوئية للطيف .

اسئلة للمناقشة

- ١ - صف تأثير مرآة محدبة على أشعة ضوئية متوازية . وكذلك تأثير عدسة محدبة وعدسة مقعرة .
- ٢ - صف الأنواع المختلفة من العدسات التى تستخدم لتصحيح عيوب العين .
- ٣ - ماذا يقصد بالبؤرة والبعد البؤرى ونصف شفاف والانكسار والشبكية ، بقاء رؤية الصورة لفترة زمنية صغيرة ، والألوان الأساسية ؟

- ٤ - كيف يمكن تجنب إجهاد العين ؟
- ٥ - لماذا يظهر الثلج شفافاً ويظهر الحليد بلون أبيض ؟
- ٦ - لماذا كانت الإضاءة الفلورسكية مرغوباً فيها أكثر من إضاءة مصابيح الإنارة الكهربائية العادية ؟
- ٧ - ماذا يكون لون السماء إن لم يكن هناك هواء جوى حول الأرض ؟
- ٨ - ماذا يحدث لـ لون جسم ما ؟
- ٩ - اشرح كيف تتشابه عين الإنسان والكاميرا . وكيف لا تتشابهان ؟

تمرين على حل المسائل

في يوم من أيام الخريف الحارة ، بينما كان جيري يمر بعربة واقفة شم رائحة احتراق ملابس ورأى سحب الدخان تخرج من النفاذ شبه المغلقة ومن حسن الحظ كانت الأبواب غير موصدة ، ففتح كل الأبواب بسرعة وأخرج معظم الدخان من الداخل برساسة التهوية ، وبحث عن اللهب .

ورأى على وسادة المقعد الأمامي دورقاً زجاجياً مملوءاً بسائل عديم اللون وعلى بعد حرائ قدم واحدة من قاعدة الدورق كانت الوسادة تحترق بدون دخان وكان في كم جاكيت قديمة موضوعة على الوسادة حرقاً طويلاً تقريباً .

رأى جيري دلواً قرب خرطوم يخرج منه الماء . فملأ الدلو بالماء وبلل الوسادة جيداً . وقال لنفسه « ستساعد حرارة الشمس على تبخير الماء » .

وفي أثناء تناول وجبة العشاء ، ناقش والده في أسباب الحريق الممكنة .

اقرأ التمرين ثانياً وحلل الأسباب المعقولة التي استخدمها جيري في تحليل الموقف .

ما التعليلات التي تفترضها أن تكون سبب نشوب الحريق ؟ وكيف تختبر كل افتراض . لك ؟ ما هي القواعد العلمية المستخدمة في تعليلاتك المفترضة وطرق اختبارها ؟

٩ كيف نحصل على الكهرباء وكيف نستخدمها

لقد شوهدت بعض ظواهر مغناطيسية وكهربية منذ قرون خلت . وعلى أن استخدامها العملي قد زاد حديثاً إبان القرن الحالى . فاستخدم كزلر ممبس بوصلة مغناطيسية أولية فى رحلته إلى أمريكا . كما أننا نستخدم الآن تأثيرات مغناطيسية فى تليفزيوناتنا وفى أجهزة قياس السرعة بسياراتنا وأجراس الأبواب . وآلاف من الموترات الكهربائية ترفع أو تنخفض المضاعدات الكهربائية فى ناطحات السحاب وتدير ماكينات غسل الملابس والثلاجات الكهربائية وكثير من الأجهزة الأخرى فى منازلنا . وكذلك تتحول الطاقة الكهربائية إلى حرارة وضوء وفى بعض الأحيان تتحول إلى طاقة كيميوية .

والكهرباء أحد المصادر السهلة القيمة للحصول على الطاقة . وهى ليست كالطاقة الحرارية أو الكيميائية التى يجب أن تستخدم بالقرب من المكان الذى تنتج فيه ، فىمكن نقل الكهرباء لمسافات بعيدة . وربما تأتى الكهرباء التى تستخدمها فى منزلك من محطة توليد كهربية تبعد عن منزلك بمئات الأميال .

فى دراسة هذا الفصل الذى يحتوى على كثير من التجارب الشيقة وأحياناً مدهشة ، ستعرف كيف نخدم الكهرباء الإنسان .

المسائل التى سوف نعالجها

- ١ — من أين تأتى الكهرباء الإستاتيكية ؟
- ٢ — كيف تستخدم المغناطيسية ؟
- ٣ — كيف نحصل على الكهرباء ؟

٤ - كيف تقاس شدة التيار الكهربى ؟

٥ - كيف تنقل إلينا الكهرباء ؟

٦ - كيف نستخدم الكهرباء ؟

المسألة الأولى - من أين تأتى الكهرباء الاستاتيكية ؟

هل أعجبك البرق أثناء عاصفة رعدية صيفاً ؟ هل شعرت برعشة خفيفة عند لمس معدن بعد المشى على سجادة ؟ هل أزعجتك أصوات قرقرة فى الراديو ؟ ستعرف فى هذه المسألة كيف تحدث كل هذه الأشياء ، وستفهم كيف تنتج الكهرباء الاستاتيكية وكيف يتحكم فيها .

الشحنات الساكنة

المعتقد الآن أن الاحتكاك بين قطرات المطر الساقطة خلال تيارات الهواء المرتفعة تسبب شحن السحب بالكهرباء ، وأن هذه الشحنات تسبب البرق . فعندما يتحرك لورى حاملاً جازولين على الشوارع والطرق الرئيسية ، يسبب الاحتكاك بين اللورى والأرصفة تراكم شحنات كهربية على سطح اللورى . ويقال إن بعض الكهرباء ساكنة (استاتيكية) حيث إنها لا تتحرك . وتوصل هذه الشحنات الساكنة إلى الأرض بواسطة سلسلة يمكن رؤيتها ملامسة للأرض خلف اللورى . وإذا لم يتخلص من الشحنات الاستاتيكية فإنها تحدث شرارة يمكنها إشعال الجازولين عندما يفرغ من اللورى .

تجربة ٩٢

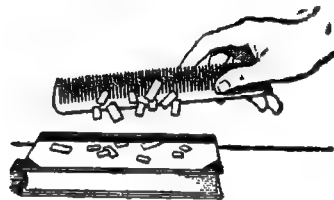
كيف تحدث شحنات استاتيكية بواسطة الاحتكاك ؟

مزق قطعة من الورق إلى أجزاء صغيرة . واسحق قطعة من الفلين إلى أجزاء صغيرة جداً . أدلك الآن قطعة من المطاط الصلب بقطعة من الصوف وقربها من قطع الورق الصغيرة . أدلك القضيب مرة أخرى وقربه من قطع الفلين الصغيرة . أدلك قضيباً من الزجاج بقطعة من الحرير وقربه من قطع الورق

الصغيرة . أدلك القضيب الزجاجى مرة أخرى وقربه من قطع الفلين . لماذا تنجذب قطع الورق والفلين ؟



(شكل ٩٩) قضيب زجاجى وقطعة من الحرير قبل وبعد ذلكهما . هل تلاحظ الفرق ؟



(شكل ٩٨) تظهر الشحنات الكهربائية على أجسام كثيرة بالذلك . لماذا تنجذب قطع الورق الصغيرة ؟

يمكن أن تظهر الكهرباء فى أى جسم بالاحتكاك . دعنا نر السبب . يعتقد العلماء أن ذرات كل المواد تتكون من بروتونات والكثرونات . والبروتون جسم ذو شحنة كهربية موجبة ، أما الألكترون فشحنته سالبة . وبمعنى آخر أن المادة تتكون من دقائق ذات شحنات كهربية .

تجربة ٩٣

كيف تثبت ان الشحنات الاستاتيكية مختلفة ؟

اربط قطعة ملفوفة من الورق أو كرة نخاع البيلسان بنحيط حريرى معلق فى حامل مناسب . اشحن مشطاً أو قضيباً من المطاط بشحنة استاتيكية وذلك بدلكها بالغراء ثم قربها من قطعة الورق . لاحظ ما يحدث ؟ ثم المس قطعة الورق لتفرغها من الكهرباء . ولامس المشط بأنبوبة مياه لتفرغه كهربياً . ابدأ بإجراء التجربة ثانية ثم كررها إلى أن تتأكد من أنك أخذت كل الملاحظات التى تحتاج إليها .

وأجب على الأسئلة الآتية :

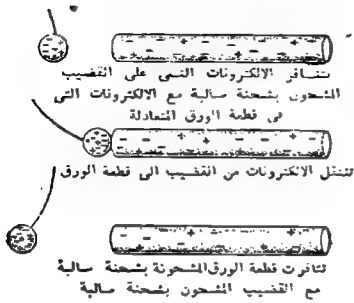
١ — ماذا حدث عندما قرب القضيب المشحون لأول مرة إلى قطعة الورق المعلقة ؟

٢ — ادرس شكل ١٠٠ . لماذا حدث هذا ؟

٣ — ما مقدار المسافة التي انجذبها كل من القضيب وقطعة الورق إلى بعضهما؟
 ٤ — ادرس شكل ١٠٠ مرة أخرى . ماذا حدث عندما لامست قطعة الورق القضيب ؟

٥ — فسر الآن بنظرية حركة الالكترونات لماذا حدثت الظاهرة الأخيرة والمبينة في آخر شكل ١٠٠ ؟

كانت قطعة الورق والقضيب المطاطي متعادلين كهربياً في أول الأمر ، أي إن كلا منهما كان محتوياً على عدد من البروتونات مساوية لعدد الالكترونات وعندما ذلك القضيب بالغراء ، تسربت الالكترونات من الغراء إلى سطح القضيب معطية إياه شحنة سالبة . وعندما قرب القضيب ذو الشحنة السالبة من قطعة الورق المتعادلة كهربياً ، تنافرت الالكترونات التي على سطح قطعة الورق إلى أبعد جزء فيها تاركة الجزء المقابل للقضيب مشحوناً بشحنة موجبة . والآن تتجاذب الشحنات المخالفة ، السالبة التي على القضيب والموجبة التي على الجزء القريب من قطعة الورق ، مع بعضها . وبذلك انجذبت قطعة الورق ولامست القضيب السالب التكهرب . وعندما تم التلامس ، انتقلت بعض الالكترونات من القضيب إلى قطعة الورق لتعادل الشحنات الموجبة . وبذلك



اكتسبت قطعة الورق كمية أزيد من الالكترونات وبهذا أصبحت سالبة التكهرب . وكان التنافر الهائى بين القضيب وقطعة الورق يسبب الشحنات المتماثلة ، فالشحنات السالبة على القضيب تنافر مع الشحنات السالبة على الورق .

(شكل ١٠٠) عندما تتحرك الالكترونات تسبب شحن الأجسام بشحنات موجبة وسالبة فإذا تركت الالكترونات جميعاً ، فيصبح موجب التكهرب . وعندما يكتسب جسم الكترونات ، فإنه يصبح سالب التكهرب.

ينتج عن الاحتكاك شحنات استاتيكية وذلك لأنه يكسب أو يفقد المادة الكترونات . فإذا اكتسب الجسم الكترونات ، فإنه يصبح سالب التكهرب

وإذا فقد الجسم الكترونات ، فانه يصبح موجب التكهرب . في التجربة السابقة ، قبل ذلك القضيبي المطاطي بالغراء ، كان القضيبي وقطعة الرق متعادلين كهربياً ، ثم أحدث الاحتكاك شحنة سالبة على القضيبي .

عندما يقرب جسم سالب التكهرب إلى جسم موجب التكهرب ، ينجذب كل إلى الآخر . أما إذا كان الجسمان موجبي التكهرب أو سالي التكهرب ، فانهما يتنافران . يمكنك أن تقول القاعدة باختصار مثل « تنافر الشحنات المتماثلة وتجاذب الشحنات المختلفة » .

عندما تمشط شعرك في يوم جاف بارد ، تنتقل الكترونات من الشعر إلى المشط وتكسبه شحنة سالبة ويصير الشعر موجب التكهرب . تذكر أن الشحنات المختلفة على المراد تسبب تجاذباً . والآن يجب أن تعرف لماذا يقف شعر رأسك عند محاولته لتدبج المشط . لا تلاحظ أنت هذه الظاهرة عندما يكون الهواء رطباً ، لأن الهواء الرطب أكثر من الهواء الجاف في توصيل الشحنات الكهربائية ، فتهرب الشحنات الاستاتيكية إلى الهواء .

البرق

لقد أخاف البرق وأعجب كثيراً من الناس . ويدرس اليوم كثير من العلماء أسباب حدوث البرق وتأثيراته . وقد أثبتوا خطأ المثل القديم الذي يقول ان البرق لا يحدث مطلقاً مرتين في نفس المكان . فالسحب مشحونة كهربياً ، وهي إذ تتراكم فوقها الشحنات الكهربائية ، وغالباً ما تكرر الأسطح العليا للسحب موجبة التكهرب ، فتتراكم الشحنات السالبة إذن على الأسطح السفلى لهذه السحب .

يضطرب الهواء بشدة أثناء ريح رعديّة وتدور التيارات الهوائية حول بعضها . والأرض نفسها ، في الجو الصحو ، تكون ذات شحنة كهربية سالبة ، ولكن في منطقة الريح ، تصبح الأرض موجبة التكهرب . وتظهر ومضات البرق انتقال الالكترونات من الأرض إلى السحب ومن السحب

إلى الأرض ومن سحاب إلى سحاب فوقه . وتظهر صور وميض البرق انتقالات إلى أعلى أكثر منها إلى أسفل .

يقتل البرق مئات من الناس سنوياً . ولذلك فمن الضروري أن نأخذ بعض الاحتياطات أثناء عاصفة مشحونة . فسواء كنت بالداخل أم بالخارج ، ابتعد دائماً عن الموصلات الكهربائية التي تلامس الأرض . وابتعد عن الأبواب والنوافذ المفتوحة وعن التليفون وأجهزة الإشعاع الحرارى .

وإذا كنت خارج المنزل وقت اقتراب عاصفة ، فحاول الاحتماء داخل أى منزل أو أى مبنى آخر . وإذا لم تستطع الدخول داخل أى مبنى فابتعد عن الأسوار والمواد الأخرى المعدنية . ولا تقف تحت شجرة كبيرة بل تكون أكثر مأمناً إذا استلقيت فى مكان مكشوف .

وتساعد القضبان المديبة على حماية كثير من المباني من خطر البرق . فتوضع هذه القضبان المديبة على الأسطح وتوصل إلى الأرض بسلك نحاسى . فيحمل السلك النحاسى الكهرباء الاستاتيكية إلى الأرض قبل أن يتم التراكم الخطر للشحنات على سطح المبنى .

اختبر معلوماتك

- ١ - فسر لماذا يمكن رؤية شرار كهربى عندما يربت على فراء قط فى الظلام .
- ٢ - ما الفرق بين جسم مشحون بشحنة سالبة وآخر مشحون بشحنة موجبة ؟
- ٣ - كيف تتجنب خطر البرق ؟
- ٤ - ما هى ومضات البرق ؟

المسألة الثانية - كيف نستخدم المغناطيسية ؟

ربما تكرر قد قرأت قصة الليالى العربية المشوقة (ألف ليلة) ، التى تصف جبلا له قدرة خارقة على انتزاع المسامير من السفن ، وربما تكون قد لعبت بلعب تستخدم مغناطيسات لتقوم بحيل غريبة . وغالباً ما يحضر الرحالة إلى ذويهم قطعاً من الصخور التى تجذب المسامير الصغيرة وقصاصات الورق .

وقد ابتدأت الدراسة العلمية للمغناطيسية بتجارب السير ويليام جيلبرت الإنجليزى ،
حوالى عام ١٦٠٠ .

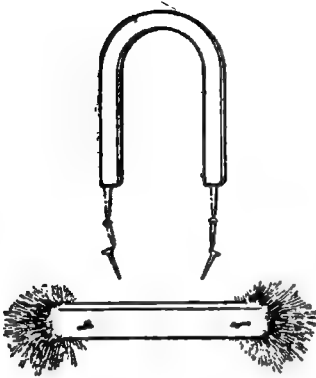
المغناطيسيات

كل المغناطيسيات لها نفس الخاصية وهى أنها تجذب الحديد سواء وجدت
فى صخور طبيعية أو عملت بطرق صناعية . ويسمى المغناطيس من الصخور
الطبيعية باسم (لودستون) ومعناها « الحجر الموجه » .

تجربة ٩٤

كيف تثبت ان المغناطيسات لها اقطاب ؟

ضع قضيباً مغناطيسياً على قطعة من الورق . انثر برادة حديد على
القضيب من علبة لها فوهة ذات ثقب . اقلب المغناطيس بلطف لترى ان
كانت تسقط بعض البرادة . أزل البرادة العالقة بالمغناطيس ، وقرب المغناطيس
من البرادة التى على الورق . لماذا تتجمع البرادة ؟



(شكل ١١٠) مغناطيسات صناعية
تتمغنط مامير التثبيت والمسامير
المحواة ، بالمغناطيس الذى على شكل
حرف U . وتمغنط برادة الحديد
بالقضيب المغنط .

تكون القوة المغناطيسية التى تجذب
برادة الحديد أكبر ما يمكن عند نهايتى القضيب
المغنط . وتسمى هذه الأطراف بالقطب الشمالى
(ش) والقطب الجنوبى (ج) . انظر شكل
١٠١ . وللمغناطيسات أشكال عديدة . تسمى
قضبان الصلب الأسطوانية أو المستوية بعد
مغنطتها ، بالقضبان المغناطيسية . وإذا ثبتت
على شكل حرف U كبير قبل مغنطتها فتسمى
مغناطيسات على شكل حرف U (مغناطيسات
حدوة الفرس) . ستعرف فى مسألة تالية كيف
يستخدم تيار كهربى لمغنطة قطعة من الصلب
أو الحديد المطاوع لعمل قضيب مغناطيسى

أومغناطيس على شكل حرف U . ويجب العناية في تداول المغناطيسات حتى لا تفقد مقدرتها على الجذب . كما أن المغناطيسات تفقد قوة جذبها للأشياء إذا سخنت .

المواد المغناطيسية

ليست كل المواد مواد مغناطيسية . فهناك فقط بضع مواد يمكن استخدامها لعمل مغناطيس . فيستخدم عادة الحديد والصلب . وعلى كل حال فالنيكل والكوبلت . تحتفظ أيضاً بالمغناطيسية . ويصهر العلماء أحياناً خليطاً من هذه المواد ومزاد أخرى لتكون سبائك مغناطيسية . وتنتج سبيكة ما عند صهر مجموعة من معادن بالتسخين والتقليب ثم تبرد ثانياً لتتصلب .

يجذب مغناطيس علبة عادية من القصدير . تصنع علبة القصدير عادة من لوح من الحديد مغطى بطبقة رقيقة جداً من القصدير . وبذلك فالمغناطيس يجذب الحديد دون القصدير .

تجربة ٩٥

ما هو قانون المغناطيسية ؟

علق قضيباً مغناطيسياً في خيط متين بحيث يكون معلقاً في وضع أفقي .

قرب القطب الشمالى للمغناطيس آخر من القطب

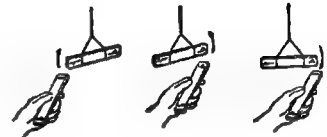
الشمالى للمغناطيس المعلق بعد أن يسكن .

ثم قرب القطب الجنوبى للمغناطيس الثانى

من القطب الشمالى للمغناطيس الأول . كيف

تؤثر الأقطاب المتشابهة للمغناطيسات في بعضها ؟

وكيف تؤثر الأقطاب غير المتشابهة في بعضها ؟



(شكل ١٠٢) لاحظ الأحرف التي

تدل على نوع أقطاب المغناطيسات . لاحظ

الأسهم وانظر هل في استطاعتك أن

تذكر قانون المغناطيسية

يجب أن تكون قد لاحظت أن المغناطيس المعلق يسكن دائماً في وضع

الشمال - الجنوب المغناطيسى . ويجب أن تكون أيضاً قد لاحظت أن الأقطاب

المتشابهة تتنافر ، أو تباعد عن بعضها ، وأن الأقطاب المغناطيسية المختلفة تتجاذب

مع بعضها . وهذا هو قانون المغناطيسية الأساسي . هل لاحظت أيضاً أن قوة التجاذب تكثر كلما تكبر عندما تقرب الأقطاب المختلفة من بعض ؟

ليس ضرورياً أن تتلامس فعلاً الأقطاب المختلفة لمغناطيسين قبل أن تتمكن من مشاهدة قوة تجاذبهما . وستساعدك التجربة التالية على معرفة صحة هذا .

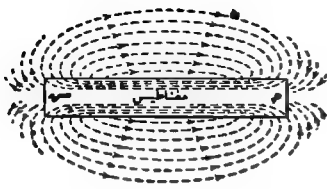
تجربة ٩٦

كيف يمكنك دراسة المنطقة المحيطة بمغناطيس ؟

ضع لرحاً من الزجاج على قضيب مغناطيسي وضع قطعة من الورق فوق اللوح الزجاجي . انثر برادة حديد فوق قطعة الورق . اطرق بإصبعك بلطف على قطعة الورق في وسطها . واعمل رسماً يبين ترتيب برادة الحديد .

المجال المغناطيسي

تبين الخطوط المنحنية لبرادة الحديد ، التي شوهدت في التجربة السابقة ، تبين خطوط القوى المغناطيسية . فهي مقوسة في المنطقة من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي . وتسمى المنطقة المحيطة بالمغناطيس والمحتوية على خطوط القوى بالمجال المغناطيسي .



(شكل ١٠٣) تحيط خطوط القوى المغناطيسية بالمغناطيس . وهناك خطوط أخرى ليست مبيّنة في الشكل ، تحيط تماماً بالمغناطيس .

أما خطوط القوى الحقيقية فهي غير مرئية بالطبع . ولا تتقاطع المنحنيات المقفلة . وللمغناطيسيات القوية خطوط قوى في مجالاتها المغناطيسية أكثر من التي للمغناطيسات الضعيفة . وتحدد خطوط القوى بأنها تخرج من القطب الشمالي وتدخل في القطب الجنوبي وأن مساراتها غير متقطعة .

مغناطيسية الأرض

تعتبر كرتنا الأرضية مغناطيساً . وقد اعتقد الناس قبل تجارب جاليلت ، أن إبرة بوصلة مغناطيسية كانت تشير نحو النجم القطبي ومنذ ذلك الحين ،



وجدت بعثة استكشافية مكاناً في شمال كندا حيث يشير القطب الشمالى لإبرة بوصلة مغناطيسية رأسياً إلى أسفل . أرايت لماذا يعتقد أنه يوجد هناك قطب مغناطيسى جنوبى ؟ تذكر أن الأقطاب المغناطيسية المختلفة تتجاذب . وقد استنتج أعضاء البعثة الاستكشافية أن القطب الشمالى للبوصلة أشار رأسياً إلى أسفل لأنه انجذب بالقطب الجنوبي للمغناطيسية الأرضية .

(شكل ١٠٤) الأرض مغناطيس ضخم . لاحظ أن القطب المغناطيسى الذى فى نصف الكرة الأرضية الشمالى له فى الحقيقة مغناطيسية جنوبية ، وأن القطب المغناطيسى الذى فى نصف الكرة الأرضية الجنوبى له مغناطيسية شمالية . ماثلاً لهذا على بوصلة مغناطيسية

وقد وجدت بعثة استكشاف إلى المنطقة الجنوبية مكاناً ، يبعد كثيراً عن جنوب أستراليا ، يشير فيه القطب الجنوبى المغناطيسى لبوصلة رأسياً إلى أسفل . وقد استنتج أعضاء البعثة الاستكشافية أن قطباً شمالياً يجب أن يكون هناك تحت طبقات الثلج والجليد .

ويبعد كل من القطب المغناطيسى الذى فى شمال كندا والقطب المغناطيسى الذى فى المنطقة الجنوبية بمئات الأميال عن القطبين الجغرافيين الشمالى والجنوبى بالترتيب . ربما يساعدك شكل ١٠٤ فى معرفة مواضع أقطاب الأرض المغناطيسية

البوصلة المغناطيسية



(شكل ١٠٥) البوصلة المغناطيسية . الإبرة عبارة عن مغناطيس . لماذا يشير القطب الشمالى نحو الشمال ؟ هل تتجه الإبرة دائماً نحو الشمال الجغرافى الحقيقى ؟ فسر ذلك .

لقد استخدمت البوصلة المغناطيسية منذ عدة قرون . وربما كان مما ساعد على اكتشاف أمريكا وجود بوصلة مغناطيسية أولية . وفى القرون الماضية اعتاد البحارة حمل إبرة من الحديد الصلب وقطعة من الحجر الموجه ، ويلمس الإبرة للحجر الموجه تصبح الإبرة الحديدية مغناطيساً . فعندما توضع على قطعة صغيرة من الخشب عائمة فى وعاء به ماء ، فتأخذ الإبرة الممغنطة اتجاه الشمال — الجنوب المغناطيسى . وللبوصلة

المغناطيسية الحديثة إبرة صلبة مغطسة حرة الحركة . ونقطة ارتكازها هي مركز دائرة مطبوع على محيطها الاتجاهات الجغرافية كما هو مبين في شكل ١٠٥ ويؤثر مجال الأرض المغناطيسي على الإبرة المغطسة في البوصلة الحديثة كما أثر في البوصلة البدائية في أى مركب في أيام كولومبس .

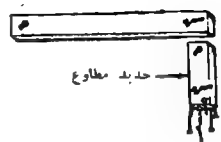
المغناطيسية التآثرية

يعتقد أن المغناطيسية تؤثر في ترتيب الجزيئات في المواد المغناطيسية . ويتمغنط الحديد المطاوع عندما يوضع في مجال مغناطيسي . وقد وضحت هذه الحقيقة بواسطة برادة الحديد التي نثرت على قطبي مغناطيس دائم . ويعتقد العلماء أن جزيئات الحديد المطاوع أو الصلب الموضوع في مجال مغناطيسي ، ترتب نفسها وتأخذ اتجاه خطوط القوى المغناطيسية . ويطلقون اسم المغناطيسية المنتجة بالتأثير عندما يتكلمون عن هذه الظاهرة . وكلمة منتجة بالتأثير تأتي من كلمة لاتينية تشير إلى التوجيه .

تجربة ٩٧

كيف توضح المغناطيسية المنتجة بالتأثير ؟

ضع الحرف المذهب لسمار كبير قريباً جداً من كوم من برادة الحديد .
 احفظ السمار في هذا الوضع واحضر قضيباً مغناطيسياً قوياً وقربه فوق ، وبدون لمس ، رأس السمار . لاحظ التأثير على البرادة . والآن لاحظ التأثير عندما يبعد المغناطيس من فوق السمار . قرب المغناطيس ثانياً إلى السمار . ماذا تظن نوع القطب المتكون في الطرف المذهب للسمار ؟ اختر حدسك بإحضار إبرة بوصلة صغيرة بالقرب من طرف السمار المذهب . هل كان حدسك صحيحاً ؟
 فالمغناطيسية في كل من السمار وبرادة الحديد كانت منتجة بالتأثير . وتحدث المغناطيسية المنتجة بالتأثير



(شكل ١٠٦) المغنطة بالتأثير . مع أن القضيب المغناطيسي لا يمس قضيب الحديد المطاوع ، لكن المسامير تنجذب إلى الطرف السفلي له . لماذا أصبح قضيب الحديد المطاوع مغناطيساً مؤقتاً ؟

دائماً عندما توضع مادة مغناطيسية في مجال مغناطيسي . كان طرف المسمار المدب في التجربة السابقة قطباً شمالياً عندما كان القطب الشمالي للمغناطيس بالقرب من رأس المسمار . وتستخدم المغناطيسية المنتجة بالتأثير في كثير من الأجهزة . ولعلك رأيت عاملاً ميكانيكياً يستخدم مغناطيساً لإخراج قطع معدنية من ثقب يثقبه .

وللمغناطيسات الدائمة آلاف المنافع . فربما يستخدمها الأطباء في إخراج قطع الصلب الصغيرة جداً والدقائق الحديدية الصغيرة من أعين العمال المصابين . وعندما تتركب مغناطيسات على سدادات المراسير في أغطية محاور الدوران في السيارات واللوريات ، فتجذب القطع المعدنية وتمنعها من الدخول داخل الآلة وبذلك لا تنخدش الأجزاء المتحركة في الآلة بوساطة هذه القطع المعدنية الصغيرة التي تتجمع على الغطاء .

ويحتوى مستقبل التليفون أيضاً على مغناطيس دائم يساعد على تحويل الذبذبات الكهربائية إلى موجات صوتية . وكذلك تستخدم في الأجهزة الحديثة لقياس السرعة مغناطيسات دائمة متحركة .

اختبر معلوماتك

- ١ - اشرح كيف يمكن مغطسة قضيب حديدى .
- ٢ - كيف تعين القطب الشمالى والقطب الجنوبى لقضيب ممغنط . إذا لم تكن أقطابه معروفة ؟
- ٣ - كيف تفقد المغناطيسات قوتها بسوء تداولها ؟
- ٤ - اذكر القانون الأساسى للمغناطيسية .
- ٥ - ماذا يقصد بالمجال المغناطيسى ؟
- ٦ - لماذا تعتبر الأرض مغناطيساً ؟
- ٧ - ماذا يقصد بمغناطيسية تأثيرية ؟
- ٨ - اذكر بعض الأمثلة لطرق تستخدم فيها مغناطيسات دائمة .

المسألة الثالثة - كيف تولد الكهرباء ؟

كانت الكهرباء في القرن الثامن عشر أكثر الموضوعات تأثيراً على العلماء ، ولكن من وجهة نظرنا يخليل إلينا أنها لم تكن أكثر من هواية بالنسبة لبعضهم . وقد أصبحت الكهرباء في القرن العشرين تمدنا بالضوء والطاقة والحرارة وتساعد في حفظ الطعام وفي تهيئة منازلنا .

الكهرباء من الطاقة الكيومية

اكتشف عالم إيطالي اسمه فولتا طريقة للحصول على الكهرباء من الطاقة الكيومية . وكان سبب اهتمامه بذلك قصة ممتعة توضح أكثر من ميزة للتفكير العلمي .

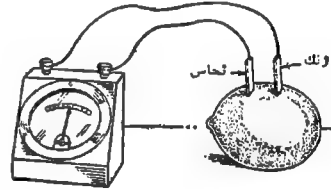
علق عالم إيطالي اسمه جلفاني صفيحة نحاسية بسلك نحاسي . ولما لمس أحد أرجل الصفيحة بسلكية لاحظ حركة عضلية لرجل الصفيحة . فظن جلفاني أن الانقباض المفاجيء في عضلة الرجل كان بسبب كهرباء في العضل . وكتب مقالا عن الكهرباء في الحيوان .

ظن فولتا أن الظاهرة التي سجلها جلفاني كانت بسبب المعدنين المختلفين وهما النحاس والحديد ورجل الصفيحة المبتلة . ولاختبار فكرته ، أجرى تجربة شبيهة بالتجربة التالية .

تجربة ٩٨

كيف يمكنك تحويل الطاقة الكيومية الى طاقة كهربية ؟

اغسل دائما (عملة فضية أمريكية وتساوي ١/٢ دولار) وبنسأ (عملة برونزية انجليزية وتساوي ١/٢ من الشلن) في كحول لتنظيفها من أى شحم أو زيت أو أوساخ عالقة بها . صل سلكين نحاسيين قصيرين بطرفي نهاية جلفانومتر ، وهو جهاز يتأثر حتى إذا مر فيه تيار كهربائي صغير جداً . انغمس قطعة من ورق النشاف في ماء



(شكل ١٠٧) طاقة كهربية من طاقة كيومية . يسبب عصير الليمون ولوحين صغيرين من معدنين مختلفين مرور تيار كهربائي

ملحي ثم ضع الورقة المبتلة بين العملتين . لامس الطرفين الآخرين للسلكين النحاسين بالسطحين الخارجين للديم والبنس . لاحظ أى حركة في إبرة الحلفانومتر .

استخدم فولتا ألواحاً من الفضة والزنك المفصولة بقطع من القماش مغموسة في ماء ملحي ، للحصول على تيار كهربى ضعيف . وقد استنتج من تجاربه الكثيرة أنه إذا غمر مادتين مختلفتين في محلول يؤثر على أحدهما أسرع من تأثيره على الآخر ، فإن طاقة كيميوية تتحول إلى طاقة كهربية . وهذه هى فكرة بطارية السيارة والعمود الخاف فى بطارية الحيب .

تجربة ٩٩

كيف تعمل عموداً كهربياً بسيطاً ؟

أحضر لترأ من حامض البطاريات من محطة بنزين أو حضر مثل هذا المحلول بإضافة حوالى $\frac{1}{2}$ لتر حامض الكبريتيك إلى $\frac{3}{4}$ لتر من الماء واستخدم وعاء زجاجياً (زجاج بيركس) لأن المحلول سيصبح ساخناً جداً . صب الحامض ببطء فى الماء وقلبه باستمرار بقضيب زجاجى . ضع قطعة من الزنك وأخرى من النحاس فى المحلول الحامضى . صل الأطراف العليا للقطع المعدنية بجرس كهربى بوساطة أسلاك نحاسية . لاحظ تكوّن فقاعات غازية على أحد القطع المعدنية . هذه الفقاعات هى فقاعات الأيدروجين ، وهى تدل على أن التفاعل الكيموى مستمر . ويدل رنين الجرس على أن تياراً كهربياً يمر خلال الجرس . وتكوّن الآن قد عملت عموداً كهربياً .

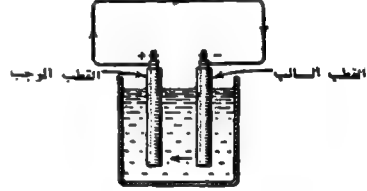
أخرج القطع المعدنية من المحلول وبللها بالماء واختبر سطوحها . على أى القطعتين المعدنيتين يوجد دليل على تفاعل كيموى ؟

تمر الإلكترونات فى السلك النحاس الذى يصل الأطراف العليا لقطعتي الزنك والنحاس . والتيار الكهربى هو هذه الإلكترونات المتحركة . وهكذا تحولت الطاقة الكيموية إلى طاقة كهربية . وفى أثناء تلامس الزنك مع المحلول نقل قوته فى التفاعل الكيموى .

غلطة بنيامين فرانكلين

يدل السهم في شكل ١٠٨ على أن حركة ما تنتقل من القطب الموجب (+) إلى القطب السالب (-) في الموصل عبر الأطراف العليا للقطعتين

المعدنيتين . وكل الأشكال الكهربائية المستعملة الآن في كل مكان تستخدم



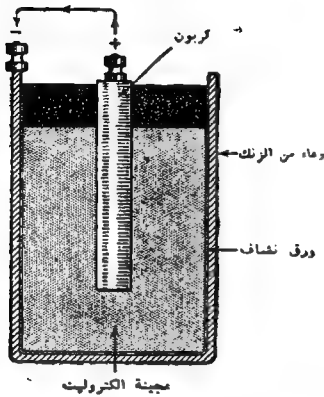
سهماً كما إذا كان التيار يمر من الموجب إلى السالب قبل معرفة الكثير عن الكهرباء حتى يمكننا أن نحدد هل يمر التيار من قطب موجب إلى قطب سالب أو من سالب إلى

(شكل ١٠٨) مقطع في عود سائل

موجب . ظن فرانكلين خطأ أن مرور التيار كان من الموجب إلى السالب . والآن نحن نعرف أن الالكترونات تنتقل من السالب إلى الموجب . ولكن في الوقت الذي اكتشف فيه خطأ فرانكلين ، كانت نظريته قد قبلت وانتشرت حتى انه ما زال يرمز للتيار الكهربائي كأنه مار من الموجب إلى السالب .

أنواع الأعمدة الكهربائية

توجد أنواع كثيرة وأشكال عديدة من الأعمدة الكهربائية . والأعمدة التي يستخدم فيها سائل ليست عملية حيث إنها تضعف بالاستعمال ولأن السائل ربما ينسكب إذا حركت الأعمدة . وكذلك يجب تغيير القطع المعدنية ، والقطع



المعدنية غير النقية تؤثر جداً في العملية . كما أن الأعمدة السائلة متعبة في تداولها حيث تتجمع فقاعات الغاز حول سطح القطب الموجب وتقلل من مرور الالكترونات .

أما في الأعمدة الجافة ، فتعمل عجينة مبتلة عمل المحلول . والزنك والكربون هما المعدنان المختلفان اللذان يستعملان دائماً .

ومبين في شكل ١٠٩ نوع الأعمدة الجافة المستخدمة في بطارية الجيب ، وفي التليفونات

(شكل ١٠٩) يبين الشكل وضع المواد المستعملة في عود جاف

في المناطق الزراعية ، وأجهزة الراديو المتنقلة ، وفي سماعات الأذن التي تساعد الناس ثقيل السمع على السمع . ويبطن وعاء الزنك بورق نشاف غمس في محلول كلوريد الأمونيوم . ويكون قضيب من الكربون في الوسط القطب الموجب . ويوجد بين قضيب الكربون والزنك مخلوط من ثاني أكسيد المنجنيز ومسحوق الكربون مبتلين بمحلول كلوريد الأمونيوم وبعد صنعها يلحم الوعاء الزنكي بمحتوياته .

تجربة ١٠٠

كيف يمكنك دراسة تركيب عمود جاف ؟

أحضر عموداً جافاً قديماً وعموداً جافاً جديداً من نفس الصنف . انزع أغطيتهما المصنوعة من الورق المقوى وافحص سطحيهما . استخدم منشاراً لفتح علبة الزنك للعمود القديم بالطول . أزح الزنك عن كلا الجانبين لتفحص موضع قضيب الكربون والأجزاء الأخرى . انزع جزءاً من الورق النشاف لفحص السطح الداخلي للزنك . هل هناك فتحات متآكلة في الزنك ؟

تعمل بطاريات الحبيب بعمود واحد أسطوانى طويل وقطره صغير . أما بطاريات الحبيب الكبيرة ففيها ثلاثة أو أربعة أعمدة . وتحتوى سماعات الأذن على أعمدة صغيرة جداً حتى إن كل الجهاز وبدخله الأعمدة يدخل في جيب قميص الشخص .

التحليل بالكهرباء

يمكن تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميوية . فلقد عرفت في الفصل الثالث أنه إذا مر تيار كهربى في محلول مخفف من حامض الكبريتيك ، فتتحلل جزيئات الماء إلى أكسجين وإيدروجين . فأنت قد استخدمت تياراً كهربياً لتحليل الماء الذى هو مركب كيموى . ويسمى تحليل مركب كيموى باستعمال تيار كهربى بالتحليل الكهربى .

والتحليل بالكهرباء مهم في الصناعة الحديثة . فيستخدم مثلاً في الطلاء

بالكهرباء لطلاء أى معدن بالفضة أو النحاس أو الكروم . ومعظم الأدوات الفضية المستخدمة على موائدنا هذه الأيام ليست من الفضة الخالصة ولكنها مطلية بالفضة . كما أن كتباً كثيرة تطبع بحروف نحاسية مرسية كهربياً .

ولطلاء أى جسم بالنحاس ، يوضع الجسم وقضيب من النحاس النقي فى محلول من كبريتات النحاس . فعندما يمر تيار كهربى من القضيب النحاسى إلى الجسم خلال المحلول ، فتنحلل كبريتات النحاس كهربياً ويترسب النحاس على الجسم .

المراكم أو أعمدة التخزين

يكون تيار العمود الواحد صغيراً جداً لاستخدامه فى أغراض كثيرة . وتتكون البطارية فى أبسط صورها من مجموعة من الأعمدة المتصلة ببعضها البعض وكثير من بطاريات السيارات تتكون من ثلاثة أعمدة . لماذا تسمى بالمراكم ؟ ستساعدك التجربة التالية على الإجابة على هذا السؤال .

تجربة ١٠١

كيف تعمل مرهما رصاصيا ؟

ضع لوحين من الرصاص فى وعاء بطارية يحتوى على حامض كبريتيك

مخفف . صل عمودين جافين كما هو مبين

بشكل ١١٠ . لاحظ أى تغيرات على ألواح

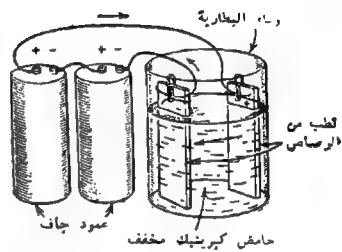
الرصاص بعد مرور الكهرباء من الأعمدة

الحافة خلال المحلول لمدة عشر دقائق . افصل

الأعمدة الحافة من لرحى الرصاص . وصل

جرساً كهربياً إلى اللوحين . هل يمكنك تفسير

ما يحدث ؟



(شكل ١١٠) معلومات لتجربة ١٠١
تعمل ألواح الرصاص مختلفة عن بعضها
بالكهرباء المارة من الأعمدة الحافة . وتحول
الطاقة الكيميائية إلى طاقة كيميوية

يجعل التيار الكهربى لوحى الرصاص مختلفين . فاللوح المتصل بالقطب

السالب للعمود الحاف يتحول لونه من رمادي طبيعي إلى بني مائل إلى الاحمرار . ولم يعد له سطح رصاصي معرض للمحلول لأنه تكونت على سطحه طبقة من ثاني أكسيد الرصاص . وجعل اللوحين مختلفين بهذه الطريقة تسمى شحن العمود . فتحوّلت الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميوية عندما ترسب ثاني أكسيد الرصاص . وفي نفس الوقت يصبح المحلول أكبر كثافة أى إن كل بروسة مكعبة منه تزداد في الوزن .

بعد شحن العمود ، يكون هناك لوحين مختلفين أحدهما رصاص والآخر ثاني أكسيد الرصاص مغمرين في المحلول الحامض . ويمر التيار الكهربى من العمود المشحون إلى الجرس الكهربى عندما تتحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية ويقف رنين الجرس عندما يستنفد ثاني أكسيد الرصاص .

وكل عمود في المرحم موجود في مكان منفصل . وعند صنع المرحم تفصل

ألواح الرصاص عن ألواح ثاني أكسيد

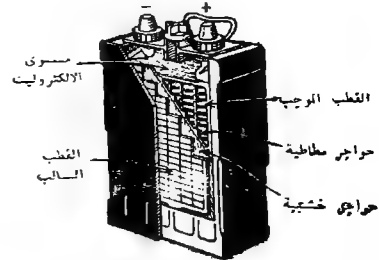
الرصاص بألواح رقيقة من الخشب

أو المطاط أو بشبكة زجاجية وتوصل

ألواح ثاني أكسيد الرصاص الموجبة بقطعة

معدنية أفقية . كما توصل ألواح الرصاص

السالبة بنفس الطريقة . وعندما توضع



(شكل ١١١) مقطع غاز لمرحم

الألواح ويملأ الوعاء بمحلول حامض الكبريتيك يخرج من الزعاء طرف موجب

وآخر سالب يوصلان بمولد كهربى تخرج منه الكهرباء إلى البطارية لشحنها .

ويوصل القطب الموجب بسلك مثبت في هيكل السيارة أو اللورى أو الجرار.

وتخزن المراكم أثناء شحنها بطاقة كيميوية لتستخدم بعد ذلك كمصدر للكهرباء .

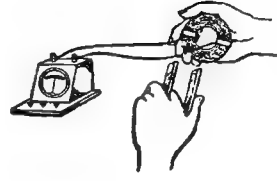
المولدات الكهربائية

تجربة ١٠٢

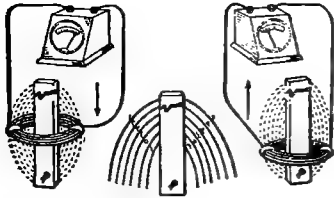
كيف تستخدم سلكا على شكل ملف ومغناطيسا لتحصل على كهربة ؟

صل طرفي ملف من سلك نحاسى معزول بجلفانومتر . لاحظ أى حركة

في إبرة الجلفانومتر عندما تحرك الملف إلى أسفل فوق قطب مغناطيس على شكل حرف U . لاحظ الإبرة أيضاً عندما ترفع الملف بسرعة. أمسك الملف باحدى يديك وأدخل المغناطيس بسرعة داخل الملف . ثم اسحب المغناطيس . أدخل القطب الآخر للمغناطيس بسرعة داخل الملف .



(شكل ١١٢) طاقة كهربية من طاقة ميكانيكية . وستبين إبرة الجلفانومتر مرور تيار كهربي عندما يحرك الملف فوق قطب المغناطيس وهو عالم دانيمركي ، أن هناك مجالاً مغناطيسياً يحيط بسلك يمر فيه تيار كهربي . وفي عام ١٨٣١ ، اكتشف فاراداي أنه عندما يقطع موصل مجالاً مغناطيسياً يتولد تيار كهربي . وتعتمد مقدار الطاقة الكهربية المتولدة بهذه الطريقة على سرعة قطع خطوط القوى وعلى عدد لفات السلك في الملف وعلى شدة المجال المغناطيسي .



هل لاحظت في التجربة الأخيرة أن إبرة الجلفانومتر تحركت إلى اليمين عندما حرك الملف في اتجاه ، وأنها تحركت إلى اليسار عندما حرك الملف في الاتجاه المضاد ؟ وبتحريك الملف بسرعة إلى أعلى وإلى أسفل في المجال المغناطيسي تتذبذب الإبرة دالة على أن اتجاه التيار ينعكس كلما يعكس الملف اتجاه حركته ويعرف مثل هذا التيار الكهربي باسم التيار المتردد ويختصر عادة إلى A. C.

الكهربية والمغناطيسية

للحصول على تيار كهربي لا بد من تحويل نوع آخر من الطاقة . ففي المولد الكهربي الكبير الذي ينتج الكهرباء الذي نستخدمه في منازلنا أو في المدرسة ، تلف آلاف من ملفات سلكية حول قالب من الحديد المطاوع وتقطع خطوط القوى . ويسمى مثل هذا الملف بالحافطة ويحرك الملف تربين

بخارى أو مائى . وبذلك تتحول طاقة التربين الميكانيكية إلى طاقة كهربية .
وفى تجربة ١٠٢ ، تحولت الطاقة الميكانيكية لديك المتحركة إلى طاقة كهربية .

تجربة ١٠٣

كيف يمكن عمل مغناطيس كهربي ؟

لف ٤ أقلام من سلك نحاسى معزول على يد مكنسة لتعمل ملفاً وصل
طرفيه بعمود جاف ، وضع داخله مسباراً من حديد مطاوع . قرب المسبار
من كرم من المسامير الصغيرة أو قصباصات الورق . ولاحظ التأثير المغناطيسى
للمسبار . فك أحد طرفى السلك من العمود الجاف . ماذا يحدث للمسبار ؟
صل السلك ثانياً إلى العمود الجاف ثم فكه . لماذا لا تنجذب المسامير الآن ؟

إذا أردنا عمل مغناطيس كهربي ، نلف عدداً كبيراً من اللفات من
سلك معزول حول قالب من الحديد المطاوع . ثم نمرر تياراً كهربياً خلال
السلك . فعند قفل الدائرة الكهربية ، يمر التيار خلال الملف ويكزن مغناطيساً
مؤقتاً . وعند فتح الدائرة الكهربية يفقد المغناطيس الكهربي كل مغناطيسيته
تقريباً . وتعتمد قوة المغناطيس الكهربي على عدد لفات السلك وشدة التيار
المار فى الملف السلكى .

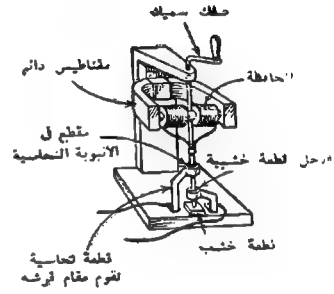
ويحتاج لشحن المراكم تيار مستمر فى اتجاه واحد . ويسمى مثل هذا التيار
الكهربي بالتيار المستمر أو D. C. ولمولد التيار المستمر ملف كبير أيضاً
يدور فى مجال مغناطيسى كهربي . والفرق الأساسى بين مولد التيار المتردد
ومولد التيار المستمر هو فى طريقة أخذ الكهرباء المترددة فى الحوافظ . وربما
تساعدك التجربة التالية على فهم مولد التيار المتردد .

تجربة ١٠٤

كيف تعمل نموذجاً لمولد تيار متردد ؟

ثبت مغناطيساً على شكل حرف U فى إطار خشبي كما هو مبين فى
شكل ١١٤ . ربما ستحتاج إلى قطعة حديد مطاوع كقالب للحفاظة . لف

حولها حوالي ٥٠ لفة من سلك معزول . لف ٢٥ لفة منها حول أحد طرفي قطعة الحديد في اتجاه عقرب الساعة والـ ٢٥ لفة الأخرى في اتجاه عكس عقرب الساعة حول الطرف الآخر . ويمكن ثني سلك غليظ ليكون محوراً لدوران الحافظة ويثقب طرف قضيب خشبي رفيع ، مثبت فيه بإحكام حلقتان أنبوبيتان من النحاس الأصفر ، بحيث يدخل فيه الطرف السفلي للسلك بإحكام . وتثبت قطعاً معدنية من النحاس الأصفر على القاعدة كما هو مبين في شكل ١١٤ ، بحيث تماس الحلقتين النحاسيتين المثبت فيهما طرفا الحافظة . وتوصل أسلاك التوصيل من القطع النحاسية إلى جلفانومتر .



(شكل ١١٤) تركيب أجزاء تجربة ١٠٤ . ويبين هذا الشكل نموذجاً لمولد تيار متردد يمكن عمله لمعملك

وبإدارة محور الدوران ببطء مع ملاحظة إبرة الجلفانومتر ، سترى أنه بينما تدور الحافظة ، يتغير اتجاه مرور التيار في الدائرة الكهربائية الخارجية . تتبع مسار التيار الكهربائي من الحافظة إلى الجلفانومتر .

تجربة ١٠٥

كيف تعمل نموذجاً لمولد تيار مستمر ؟

تحتاج فقط إلى إبدال الحلقات النحاسية بقطع من النحاس الأصفر نصف دائرية لتحصل على مولد كهربائي لتيار مستمر . صل الحلقات النصفية بحيث أن طرف كل نصف من ملف الحافظة يماس وسط الحلقة النصفية عندما تكون الحافظة مواجهة لقطب من أقطاب المغناطيس . لاحظ ثانياً التأثير على إبرة الجلفانومتر .

وفي اللحظة التي ينعكس فيها التيار المتردد في ملف الحافظة ، يتغير تماس أحد طرفي الملف من أحد الحلقات النصفية إلى الأخرى . وتكون النتيجة أن

إحدى الحلقات النصفية تكون دائماً مماسة للملفات الساكنة التي تقطع خطوط القوى في نفس الاتجاه . ويحدث نفس الشيء مع الحلقة النصفية الأخرى والملف الذي في الطرف الآخر للقالب الحديدي . وبذلك يمر التيار في اتجاه واحد فقط من إحدى الحلقات النصفية إلى الدائرة الخارجية ثم إلى ملفات الحافظة ، وتسمى الحلقتان النصفيتان بالمعدل (commutator) . وفي مرلدات التيار المستمر الكبيرة يتركب المعدل من أكثر من جزأين أما التيار المتردد في الدائرة الداخلية لمولد مستمر فانه يتغير إلى تيار مستمر في الدائرة الخارجية بوساطة المعدل .

اختبر معلوماتك

- ١ - ما هي التجارب التي تنسب إلى جلفاني وفولتا ؟
- ٢ - هل تكون على صواب إذا سميت بطارية السيارة بمركم ؟
- ٣ - كيف تتحول الطاقة الكيموية إلى تيار كهربى ؟
- ٤ - ماذا تفهم من « خطأ بنيامين فرانكلين » ؟
- ٥ - صف تركيب عمود جاف .
- ٦ - اشرح طريقة شحن مركم وطريقة تفريغه .
- ٧ - كيف يستخدم تيار كهربى في الحصول على مغناطيسية ؟
- ٨ - اشرح أوجه الفروق وأوجه الشبه بين مولد تيار متردد ومرلد تيار مستمر .

المسألة الرابعة - كيف تقاس شدة التيار الكهربى ؟

إذا استدعى عامل كهربى إلى منزلك لإصلاح جهاز كهربى مثل جهاز الراديو أو التليفزيون ، فانه يحضر معه عدداً من الأشياء التي يستخدمها في القياس وربما تكون أولى الأشياء التي يعاملها هي توصيلها وقراءة مؤشراتها لمعرفة مصدر الخلل .

الطلاء بالكهرباء

لتفهم كيف يستطيع العامل الكهربى قياس معدل مرور التيار الكهربى ، فانك تحتاج لدراسة أكثر لعملية تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيموية .

تجربة ١٠٦

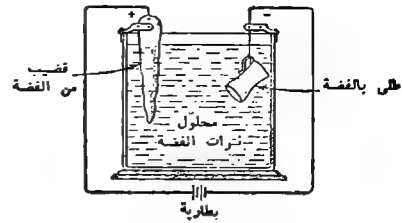
كيف تغطي مسماراً حديدياً بالنحاس ؟

أذب حوالي ٤ ملاعق شاي مملوءة من كبريتات النحاس (التوتيا الزرقاء) في ربع جالون ماء موضوع في إناء زجاجي (أو في وعاء من الصيني) ثم أضف حوالي ملء ملعقة شاي من حامض الكبريتيك . اثن ما طوله قدم واحدة من سلك نحاسي عار غير مغلف على شكل ملف صغير حتى يمكن وضعه في المحلول بدون أن تلمس المسار الذي يجب تعليقه أيضاً في المحلول . ويجب أن يبلل المسار أولاً بالكحول لينظف سطحه .

صل سلك النحاس العاري بنهاية التوصيل الموجبة لعمود جاف ، ويجب أن يوصل المسار إلى نهاية التوصيل السالبة . وضع المسار والسلك النحاسي على بعد بضعة بوصات من بعضهما البعض . اختر المسار بعد ١٠ دقائق ثم مرة أخرى بعد ٥ دقائق أخرى . هل يمكنك تفسير التغير في اللون ؟

تستخدم الكهرباء في طلاء المعادن . فمثلاً يمكن طلاء الأدوات الفضية التي خدشت أسطحها كهربياً بالفضة

كما هو مبين في شكل ١١٥ . يسري التيار الكهربائي من القطب الموجب للبطارية إلى السائل ويخرج من المحلول عند القطب السالب . والعملية مجرد تطبيق



للتحليل بالكهرباء كما شرح في المسألة الثالثة .

(شكل ١١٥) الطلاء بالكهرباء . ترسب الفضة من محلول نترات الفضة على الجسم المراد طلاؤه وفي نفس الوقت يدخل جزء من الفضة من القطب الفضي إلى السائل لتحل محل الذي

إذا كنت قد وزنت المسار

ترسب على الجسم

المستخدم في تجربة ١٠٦ قبل وبعد طلاؤه بالنحاس ، فستجد أنه ازداد في الوزن بعد طلاؤه . وكانت الزيادة في الوزن هي وزن النحاس المترسب عليه .

استنتج ميخائيل فاراداي ، أنه لقياس معدل مرور التيار ، يقاس تأثير التغير الكيموي الناتج من مرور التيار الكهربائي . ولاحظ أيضاً أن التفاعل

الكيمرى يتناسب مع زمن مرور التيار . وهذا يعنى أنه إذا كان قد ترك المسار فى محاورل كبريتات النحاس لضعف الزمن وبغير تقطع فى التيار ، لكان وزن النحاس المترسب ضعف الوزن المترسب عليه الآن .

وحدات القياس الكهربية

يقاس معدل مرور التيار بوحدات تسمى أمبيرات ، وعدد الأمبيرات يبين شدة التيار الكهربى الذى يمر بنقطة فى ثانية واحدة .

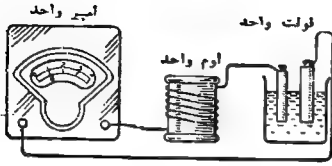
وتجد فى الجدول الآتى شدة التيارات بالتقريب لبعض الأجهزة المستخدمة فى المنزل .

شدة التيار	الجهاز الكهربى
١٠ (تيار عالى)	مكوى كهربية كبيرة... ..
٢ (تيار متوسط)	موتور آلة غسل الملابس
١٢ ر	مكوى لحام
٠.٢ (تيار منخفض)	ساعة حائط كهربية
٠.٠٧ ر	مستقبل تليفون

وكثير من السيارات لها أجهزة فى مكان القيادة لتبين معدل شحن أوتفريج المركب . فعندما تتركب سيارة فى المرة القادمة لاحظ شدة التيار أثناء السفر بسرعات مختلفة .

وأحياناً لا تبدأ بطارية السيارة الموتور فى الحركة ، إلا أن المصابيح تضىء بضوء خافت وينفخ البوق بصوت ضعيف . توضح مثل هذه الظروف أن الموتور يحتاج إلى مرور الكترونات أكثر مما تحتاجه المصابيح والبوق . وتسمى القوة التى تدفع الالكترونات فى دائرة كهربية بفرق الجهد . ووحدة قياسها هى الفولت ، وسميت هكذا تخليداً لذكرى فولتا .

عندما يمر تيار كهربى خلال موصل ، فانه يتغلب على مقاومة . وتسمى الوحدة المستخدمة فى قياس المقاومة بالأوم . وقد سميت باسم العالم



الألماني « جورج أوم » الذي أجرى تجارب عديدة على التيارات الكهربائية . والأوم الواحد هو مقاومة عمود شعري من الزئبق طوله نحو المتر .

(شكل ١١٦) وحدات القياس الكهربائية. يبين الرسم العلاقة بين الوحدات الثلاث المستخدمة شدته أمبير واحد ماراً خلال مقاومة في قياس التيارات الكهربائية (قانون أوم) مقدارها أوم واحد . وربما تفهم العلاقة بين هذه الوحدات أحسن بدراسة شكل ١١٦ .

قانون أوم

إنه يفسر العلاقة بين فرق الجهد والمقاومة والتيار بمعادلة بسيطة جداً . فاذا كان الرمز \mathcal{E} يمثل فرق الجهد و I يمثل شدة التيار و R تمثل المقاومة فيكون

$$\mathcal{E} = I \cdot R$$

ويمكن ترتيب رموز المعادلة الثلاثة في مثلث :



وللحصول على \mathcal{E} أو I أو R ، غطها بإبهامك وأجرِ العملية الحسابية البسيطة الظاهرة في جزء المعادلة الظاهر . وبذلك فإن :

$$\mathcal{E} = I \cdot R , I = \frac{\mathcal{E}}{R} , R = \frac{\mathcal{E}}{I}$$

مرور التيار الكهربى

يمكنك القيام بكثير من التجارب الممكن التحكم فيها لمعرفة كيف يتأثر التيار بنوع المادة المصنوع منها الموصل وبطوله وبمساحة مقطعه وبدرجة حرارة الموصل . وكلما زاد طول الموصل ، زادت المقاومة التى يبديها لمرور التيار

عندما تثبت جميع الظروف الأخرى . وإذا تشابه موصلان في كل شيء إلا في القطر ، فإن الموصل الذى قطره أصغر له مقاومة أكبر من الموصل الذى له قطر أكبر . فإذا كان أحد القطرين مثلاً ضعف القطر الآخر ، فمقاومة الموصل الأصغر تكون أربعة أمثال مقاومة الموصل الأكبر .

بعض المعادن أجود في توصيل الكهرباء من البعض الآخر . وتعتبر الفضة والنحاس والألومنيوم أحسن الموصلات . ولذلك تستخدم الفضة والألومنيوم في الأسلاك التى تنقل التيار الكهربى . أما النيكروم ، وهى سبيكة من النيكل والكروم ، فلها مقاومة كبيرة ، وتسخن بسرعة عندما يمر فيها تيار كهربى . وبذلك يستخدم النيكروم في صنع أسلاك التسخين التى في أجهزة التسخين الكهربائية مثل جهاز تسخين الخبز ، والمكوى الكهربائية والمواقد الكهربائية .

اختبر معلوماتك

- ١ - اشرح كيف يمكن استخدام التحليل بالكهرباء في طلاء مقبض باب من النحاس الأصفر بالنيكل .
- ٢ - عرف الأمبير والفولت والأوم .
- ٣ - اذكر قانون أوم في كلمات وبمعادلة رياضية .
- ٤ - ما هى العوامل التى تؤثر في مرور تيار كهربى ؟
- ٥ - كيف يؤثر كل من هذه العوامل في مرور التيار ؟
- ٦ - ما معدل مرور التيار في سلك تسخين في جهاز تسخين خبز عندما يوصل طرفاه بفرق جهد قدرة ١١٠ فولت ، إذا كانت مقاومة سلك التسخين ٢٠ أوما ؟
- ٧ - إذا كانت مقاومة جرس باب كهربى هى ٢٥ أوما ، فما هو فرق الجهد اللازم لإمرار تياراً شدته ١٥ أمبير خلاله ؟

المسألة الخامسة — كيف تنقل اليينا الكهربى ؟

ربما قد رأيت أثناء سفرك بالسيارة أعمدة طويلة من الصلب حاملة

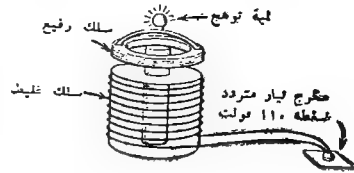
الأسلاك الطويلة التي تحمل الكهرباء . وتمتد الأسلاك الكهربائية عادة بطول الطرق وعبر الغابات . ويوصل بعضها التيار الكهربى من محطات توليد الكهرباء إلى المدن التي تبعد بمئات الأميال وتسمى مثل هذه الموصلات الممتدة إلى مسافات بعيدة بخطوط التوصيل الكهربائية .

عرفت من دراستك للمسألة الرابعة أن مجالاً مغناطيسياً يحيط بالموصل عندما يمر تيار فيه . وقد اكتشف ذلك العالم الدانيمركى هانز أورستد . فلاحظ أورستد أنه عندما وضع بالمصادفة بوصلة بالقرب من سلك متصل ببطارية ، أن الإبرة انحرفت من وضعها المعتاد الشمالى والجنوبى المغناطيسين واتجهت نحو السلك . فأخذ يبحث عن تعليل لذلك وبعد قيامه ببعض التجارب استنتج أن هناك مجالاً مغناطيسياً يحيط بالموصل حامل التيار الكهربى .

تجربة ١٠٧

كيف يمكن انتاج تيار بالتأثير فى ملف باستخدام ملف آخر ؟

ضع قضيباً كبيراً من الحديد المطاوع داخل ملف مصنوع من سلك غليظ يكون فى أمان إذا وصل بمصدر للتيار المتردد قوته ١١٠ فولت . صل طرفى ملف آخر من سلك رفيع ذى لفات كثيرة بمصباح بطارية جيب . ومن السهل لف مثل هذا الملف على قطعة من الخشب . ثبت الملف فوق حافظة ملف التيار المتردد فى الهواء بحوالى نصف بوصة (كما هو مبين فى شكل ١١٧) . لماذا يتوهج مصباح بطارية الجيب عندما يمر تيار المتردد فى الملف الكبير ؟



(شكل ١١٧) التيارات الكهربائية المنتجة بالتأثير . يتذبذب المجال المغناطيسى للملف الأسفل ويقطع الملف الأصفر منتجاً تياراً متردداً فيه وهو الذى يسبب توهج المصباح فى شكل ١١٧) . لماذا يتوهج مصباح بطارية الجيب عندما يمر تيار المتردد فى الملف الكبير ؟

تقطع خطوط القوى المغناطيسية المتكونة من التيار المار فى الملف ذى السلك الغليظ ، الملف الصغير وينتج تيار كهربى بالتأثير فى الدائرة المحتوية

على المصباح . ويمكن الحصول على نفس النتيجة بطريقة مختلفة نوعاً ما ، كما في التجربة التالية .

تجربة ١٠٨

كيف يمكن رفع وخفض فرق الجهد ؟

إذا لم تستطع الحصول على حلقة من الحديد المطاوع ، فاثق قضيباً حديدياً على شكل حلقة دائرية قطرها حوالى ٣ بوصات . كما أن إطاراً حديدياً مستطيل الشكل يكون أيضاً مناسباً . لف حوالى

٢٠ لفة من سلك معزول حول أحد الجوانب

وخمس لفات من نفس نوع السلك على الجانب

المقابل للإطار الحديدي . صل الملف الأول

بعمود جاف وضع مفتاح توصيل بين العمود

والملف (كما هو مبين في شكل ١١٨) وصل الملف

الأصغر بالهلفانومتر ولاحظ إبرته عندما يضغط

على مفتاح التوصيل . لاحظ إبرة الهلفانومتر مرة أخرى عندما يفتح مفتاح

التوصيل . صل الآن العمود الجاف بالملف الصغير ، وصل الهلفانومتر بالملف

الأكبر . لاحظ الإبرة عندما يضغط على مفتاح التوصيل وعندما يفتح .

لماذا يتغير فرق الجهد ؟ لماذا يغير التيار اتجاهه ؟

لا بد أن تكون قد لاحظت أن الإبرة تحركت في اتجاه ما عندما وصلت

الدائرة الكهربائية بالمفتاح ، وتحركت في الاتجاه المضاد عندما فتحت الدائرة .

وتعليل ذلك سهل ميسور . فالمجال المغناطيسي للملف المتصل بالعمود الجاف

انتشر إلى الخارج في الوسط المحيط بالملف عندما قفل المفتاح الدائرة . وقطعت

خطوط القوى في المجال المغناطيسي الملف الآخر محدثة مرور تيار في هذا الملف .

وعندما فتحت الدائرة تلاشى المجال المغناطيسي قاطعاً الملف الثانى في الاتجاه

المضاد وأنتج تياراً كهربياً . ونحصل على نفس النتيجة إذا حرك ملف في

مجال مغناطيسى .



(شكل ١١٨) ترتيب أجهزة تجربة (١٠٨) . هناك ملفان سلكيان على الحلقة الحديدية. الملف الأيمن متصل بالعمود الجاف وعدد لفاته أكثر من لفات الملف المتصل بالهلفانومتر

محول الجهد

إذا كنت قد استخدمت تياراً متردداً في التجربة السابقة بدلاً من تيار العمود الخاف فتكون قد عملت محولاً بسيطاً للجهد . ولتعرف معنى هذا يجب أن تتذكر أن المجال المغناطيسي لتيار متردد ينتشر في الخارج ثم يتلاشى في كل مرة يعكس فيها التيار اتجاهه . وبما أن التيارات المترددة المستخدمة في أغلب الأماكن غالباً ما تغير اتجاهها ٦٠ مرة في الثانية فبديهي أن مجالاتها المغناطيسية متحركة دائماً . تذكر الآن من دراستك للمسألة الرابعة أن جهد التيار المنتج بالتأثير في ملف يعتمد بعض الشيء على كل من عدد خطوط القوى وعدد لفات السلك .

استخدمت في تجربتك ملفين وكان عدد لفاتها مختلفاً . يسمى الملف

المتصل بمصدر التيار المتردد بالملف الابتدائي

ويسمى الملف الذي ينتج فيه التيار بالملف

الثانوي . عندما تكون عدد لفات الملف

الابتدائي أقل من لفات الملف الثانوي يرتفع

جهد الملف الثانوي . ويكون هذا محولاً

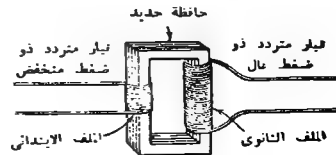
رافعاً للجهد . وعندما تكون عدد لفات الملف

الثانوي أقل من لفات الملف الابتدائي ،

ينخفض جهد الملف الثانوي . ويكون هذا

محولاً خافضاً للجهد . وبذلك يمكن التحكم في جهود التيارات المترددة بمحولات

الجهد .



(شكل ١١٩) محول الجهد والتيار

المتردد . ليس هناك حاجة إلى مفتاح

توصيل أو قاطع للدائرة مع التيار المتردد.

تنتشر خطوط القوى المغناطيسية من الملف

الابتدائي وتقطع الملفات الثانوية، منتجة

مرور تيار في الملف الثانوي

لا ينتج المولد الكهربائي جهداً عالياً كافياً لدفع التيار إلى مسافات بعيدة .

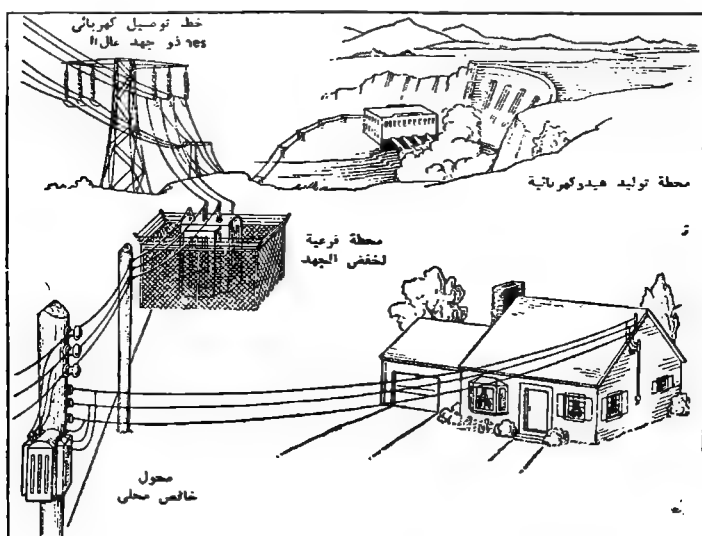
وتذكر أنه كلما زاد طول الموصل ، زادت مقاومته . فن الأفضل والأرخص .

أن تنقل الطاقة الكهربائية بجهد عال وتيار صغير لأنه في هذه الحالة تكون

الطاقة الكهربائية المفقودة أقل .

وتستخدم عادة محولات للجهد في خطوط الأسلاك الكهربائية ، وعادة

يكرن الجهد عند محطة توليد الكهربا حوالي ٢٢٠٠ فولت . ويرفعها محول رافع للجهد إلى ٢٢٠٠٠٠ فولت . ويسمى الموصل الذي يحمل تياراً جهده ٢٢٠٠٠٠ فولت بخط توصيل جهد عال . وهناك على بعد أميال من محطة التوليد الكهربائية ، يوجد محول خافض للجهد يخفض الجهد إلى ٢٢٠٠ فولت . وتحفظ هذه المحولات عادة في أبنية صغيرة تسمى بمحطات فرعية . وتخفض المحولات المركبة على أعمدة ، أو الموضوعة تحت الأرض ، الجهد من ٢٢٠٠ إلى ١١٠ حيث يمكن استخدام هذا الجهد باطمئنان في الأجهزة الكهربائية بمنازلنا . ومبين في شكل ١٢٠ كل خط التوصيل الكهربى .



(شكل ١٢٠) من محطة توليد الكهربا إلى المستهلك . ترفع محولات ، ذات أشكال وحجوم كثيرة ، الجهد في خط التوصيل الكهربى ، ثم تخفضه لاستخدام المستهلك

إذا كان ثمة موتور أو أى جهاز كهربى آخر يحتاج إلى ٢٢٠ فولتاً ، فيمكن توصيل محول رافع للجهد إلى مصدر التيار الذى جهده ١١٠ فولت . وتستخدم محولات صغيرة لخفض جهد مقداره ١١٠ فولت إلى ٥ أو ١٠ أو ١٥ فولتاً لتشغيل جرس باب كهربى وقطارات كهربية . وتبنى عادة محولات صغيرة فى دوائر المصابيح الفلوريسية وأجهزة الراديو .

اختبر معلوماتك

- ١ - اشرح ماذا يقصد بالتيار المنتج بالتأثير ؟
- ٢ - لماذا ينقل التيار المتردد عبر المسافات البعيدة بجهد عال ؟
- ٣ - كيف يتحكم محوّل الجهد في جهد التيار المتردد ؟
- ٤ - عرف : محوّل الجهد - محوّل رافع للجهد - محوّل خافض للجهد - خط توصيل كهربى ذى جهد على .
- ٥ - يحتوى الملف الابتدائى لمحوّل جهد على ٢٥٠٠ لفه ويحتوى ملفه الثانوى على ٢٥٠٠٠ لفه . فاذا وصل بمصدر للتيار جهده ١١٠ فولت ، فما مقدار الجهد الذى يمكن الحصول عليه من المحوّل ؟

المسألة السادسة - كيف تستخدم الكهربا ؟

إذا كنت قد دقت النظر إلى مصابيح الإضاءة الكهربائية لرأيت أن لكل مصباح بعض العلامات مثل « ٦٠ وات - ١٢٠ فولت » كما أن مكوى كهربية تحمل لوحاً صغيراً مكتوب عليه « ١٠٠٠ وات - ١١٥ فولت » . وكذلك مكتوب على موتورات الثلاثات الكهربائية والمراوح الكهربائية والسخانات أيضاً وحدات قياس كهربية . وتدل هذه الأرقام على معدل استخدام المستهلك للطاقة الكهربائية . فاذا عرف جهد و تيار أى من هذه الأجهزة ، يمكن معرفة معدل استهلاك التيار من المعادلة الآتية :

$$\text{القدرة بالوات} = \text{شدة التيار بالأمبير} \times \text{فرق الجهد بالفولت}$$

$$\text{أو } Q = T \cdot H$$

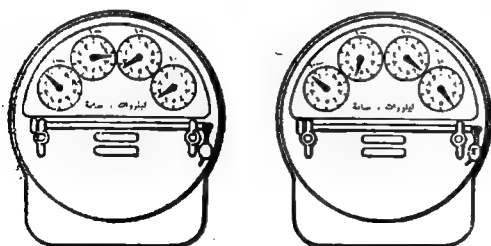
والوات هو وحدة للقدرة الكهربائية . وهى القدرة الممكن الحصول عليها عندما يمر تيار شدته أمبير واحد فى موصل تحت ضغط فولت واحد . وقد سمي الوات تكريماً لذكرى جيمس وات . وتستخدم الكهربا فى المساكن والصناعة بمعدل كبير حتى إن وحدة أكبر وهى الكيلووات ، تكون وحدة عملية أحسن للقياس . والكيلووات = ١٠٠٠ وات .

ويسجل عداد الكيلووات - ساعة المجموع الكلى الكيلووات - ساعة

للاطاقة الكهربائية المستهلكة . وعندما يستخدم تيار بمعدل كيلووات واحد في الساعة فان طاقة كهربية مقدارها كيلووات . ساعة تكون قد استخدمت .

قراءة عداد كهربى

يمكن قراءة تدريجات عداد الكيلووات - ساعة . يعمل المؤشر على أيمن التدرج لفة واحدة عندما تستخدم ١٠ كيلووات - ساعة من الطاقة الكهربائية . ويسجل المؤشر الذى يليه كل ١٠٠ كيلووات - ساعة ويبين الثالث كل ١٠٠٠ كيلووات - ساعة



ويسجل الذى إلى اليسار كل ١٠٠٠٠ كيلووات - ساعة . ولقراءة عداد الكيلووات - ساعة ابدأ بالتدرج الذى إلى اليسار

واقرا الأعداد المقابلة لكل مؤشر . ادرس شكل ١٢١ . الفرق بين القراءتين هو عدد الكيلووات - ساعة المستهلكة من الطاقة الكهربائية .

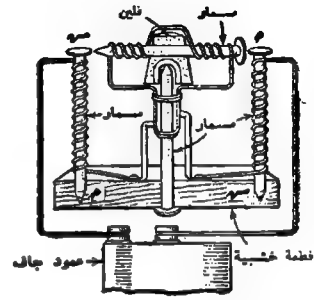
ويوضع عداد الكيلووات - ساعة حيث تدخل أسلاك الطاقة الكهربائية إلى منزلك . وهو فى الحقيقة موتور كهربى صغير يدور بسرعة تناسب مع معدل مرور التيار الكهربى ، أى إنه كلما زاد التيار المستخدم ، زادت سرعة دوران الموتور .

تجربة ١٠٩

كيف يمكنك عمل موتور كهربى ؟

يمكن توضيح أجزاء موتور بسيط لتيار مستمر كما فى شكل ١٢٢ . لف حوالى ٥٠ لفة من سلك معزول حول كل مغناطيس . ولف الأسلاك على كل فى اتجاهات مختلفة . ثبت قطعة الفلين على قطعة قصيرة من أنبوبة

زجاجية . صل عموداً جافاً واستخدم بوصلة لتأكد من أن ملفات المجال لها أقطاب مختلفة. أدر الملف الأفقي بإصبعك واضبط ضغط القطع النحاسية التي تمس أطراف سلك الملف على جانبي قطعة الفلين . هل يمكنك تتبع مسار التيار الكهربى فى الموتور ؟



(شكل ١٢٢) موتور كهربى لتيار مستمر . يبين الرسم كيف يمكنك عمل موتور كهربى بسيط . لاحظ جيداً اتجاه اللف فى كل ملف على المسامير المختلفة للملف الأفقى . ويحدث نفس التأثير بين القطب الجنوبى للملف المجال وأقطاب الملف الأفقى ، ولهذا يستمر الموتور فى الدوران .

تحويل الطاقة

يحول الموتور والمولد الكهربى الطاقة الكهربائية . فان تركيب موتور تيار مستمر شبيه جداً بتركيب مولد كهربى لتيار مستمر . يغذى الموتور بتيار كهربى ويدور بتأثير قوة الجذب والتنافر مع أقطابه . أما فى المولد الكهربى ، فتدار الحافطة ميكانيكياً لتقطع خطوط القوى فى المجال المغناطيسى . ويسرى تيار كهربى من ملفات الحافطة . فالموتور يحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية ، والمولد الكهربى يحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربية .

ويمكن تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية . فكثير من المنازل لها أجهزة تستخدم الكهرباء لأغراض التسخين . وتستخدم مكوى كهربية أو آلة ضغط الملابس لكى التمهضان والملابس . وتنفخ مجففات الشعر هواء ساخناً ، كما أن سخانات الخبز وألواح التسخين الحديدية شائعة الاستعمال . ويحصل على الماء الساخن فى كثير من المساكن من خزان يسخن فيه الماء بالكهرباء .

كيف تبين أن بعض الموصلات الكهربائية تسخن عندما يمر بها تيار كهربى ؟

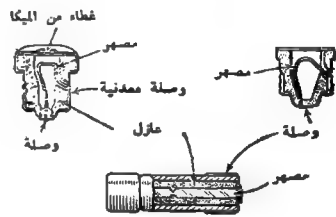
صل قطعة قصيرة رفيعة من سلك نحاسى معزول بأحد قطبي عمود جاف . المس الطرف الآخر للسلك بالقطب الآخر للبطارية . هل لاحظت شرارة صغيرة ؟ هل يسخن السلك ؟ استبدل السلك النحاسى بسلك حديدى وأعد التجربة . جرب أيضاً ألومنيوم ونيكروم إذا كان من الممكن الحصول عليهما فى شكل أسلاك . (يمكنك استخدام سلك تسخين سخان خبز قديم فهو من النيكروم) . أى المعادن تسخن أكثر ؟

فى أجهزة التسخين الكهربائية ، تصنع الموصلات من سبائك لها مقاومة كبيرة كافية للحصول على درجة الحرارة المطلوبة ولكنها لا تسخن للدرجة الانصهار وبذلك فباختبار موصلات من مواد مناسبة ولها طول وحجم مناسبين . يمكن التحكم فى كمية الحرارة الناتجة . ولا تفضل الأجهزة الكهربائية لأنه يمكن التحكم فى حرارتها بل وأيضاً لأنها نظيفة وسهلة الاستخدام .

الآمان فى الدوائر الكهربائية

يجب أن تكون الدوائر الكهربائية فى آمان . فتوضع كثير من الأسلاك الكهربائية داخل جدران المباني . فإذا زاد التيار فى إحدى الدوائر الكهربائية زيادة كبيرة كافية لأن تحرق الحرارة الناتجة العازل المغطى للأسلاك ، فيكون

هناك خطر الاشتعال ويحدث الحريق . ويمكن تجنب هذا الخطر باستخدام المصهرات ومبين فى شكل ١٢٣ نوعاً من المصهرات الشائعة الاستعمال . يحمل كل مصهر سلكاً



رفيعاً من مادة موصلة لها درجة انصهار منخفضة . ويوضع هذا السلك فى صندوق صغير غير قابل للحرق فإذا زاد التيار إلى درجة (شكل ١٢٣) مقطع فى أنواع المصهرات الشائعة . تحفظ المصهرات الدوائر الكهربائية من تحمل تيارات كبيرة خطيرة تسبب الحرائق أو الأضرار البالغة

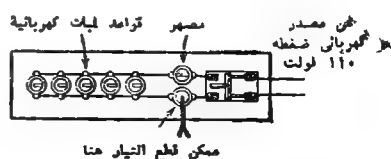
خطرة ، ينصهر سلك المصهر وبذلك يعمل عمل مفتاح لفتح الدائرة ويقال حينئذ إن المصهر قد « انصهر » وبذلك يتجنب التسخين الزائد للدائرة الكهربائية وتحفظ من التلف الأجهزة الكهربائية التي كانت تستمد التيار الكهربى من هذه الدائرة .

تجربة ١١١

كيف تبين أن مصهرا يحفظ دائرة كهربية ؟

أحضر من محل بيع الأدوات الكهربائية نصف دسنة من قزاعد مصابيح كهربية من الصبى ومفتاحاً للدائرة (على شكل سكين) وكمية كافية من

سلك نحاسى معزول رقم ١٤ ، لتعمل تجربة لوحة توصيل المصابيح المبينة فى شكل ١٢٤ . ستحتاج أيضاً إلى



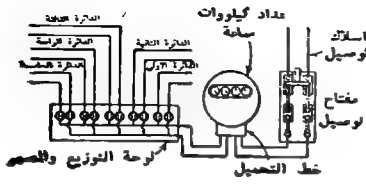
خمس نهايات توصيل ومصهر يحتمل ١٥٠ أمبيراً . وعندما توصل اللوحة كما فى الشكل ، صل أجهزة كهربية تستخدم بالمنزل مثل مصباح كهربى

(شكل ١٢٤) مصهر و لوحة توصيل مصابيح هذه التوصيلة لقواعد المصابيح مفيدة فى تعليم كيف تحمل الدوائر الكهربائية بتيار أكبر من اللازم لها وكيف تتجنبه

ومحان خبز ومكوى كهربية ومدفأة كهربية ومروحة كهربية إلى مخارج التيار . لاحظ موضع المصهر فى الدائرة . أقفل مفتاح التوصيل . انزع المصهر وانظر خلال نافذة صندوق المصهر المنصهرالى من الميككا . لماذا انصهر المصهر ؟

يبين شكل ١٢٥ التوصيل المعتاد لمفتاح الدائرة الأساسى ، والعداد والدوائر الفرعية التى تؤدى إلى غرف المنزل المختلفة . وغالباً تتحمل المصهرات الرئيسية التى توضع بالقرب من المفتاح ٣٠ أو ٤٠ أمبيراً ، أما المصهرات التى فى الدوائر الفرعية فتتحمل ١٥ أمبيراً .

إذا انصهر مصهر فى منزلك ، فلا تصاحبه إلى أن تجد سبب صهره . ثم ركب مصهراً جديداً من نفس النوع . ولا تستخدم مطلقاً بنساً من النحاس الأصفر بدل المصهر فهو خطر لأن البنس يسمح لتيار أكبر بالمرور من الذى



يمرره المصهر ، وبذلك لا يعطى الاحتياط الكامل لتجنب تحمل الدائرة أكثر من اللازم . وتسبب الأسلاك المسخنة جداً الحريق قبل أن ينصهر المصهر .

وهناك طريقة أخرى لمنع زيادة (شكل ١٢٥) كيف تنتقل الطاقة الكهربائية التيار زيادة كبيرة في الدائرة وذلك باستخدام قاطع للدائرة ويتكون قاطع الدائرة من ملف كهربى ومغناطيسى يفتح أوتوماتيكياً مفتاح توصيل عندما تحمل الدائرة . وبعد أن يصحح سبب تحمل الدائرة يعدل قاطع الدائرة باليد لحماية الدائرة من مرور تيار آخر بعد ذلك ولا يحتاج إلى تغيير أى شىء في الدائرة .

أجراس الابواب الكهربائية

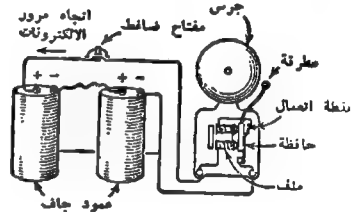
يمكن تحويل الطاقة الكهربائية إلى صوت . والجرس الكهربى أحد الأمثلة على ذلك . فيوصل مفتاح ضاغط (زر) في دائرة تحتوي على جرس كهربى . فعندما يضغط المفتاح تقفل الدائرة الكهربائية ويرن الجرس .

تجربة ١١٢

كيف يمكنك دراسة تركيب جرس الباب الكهربى ؟

صل جرساً يعمل بالتيار المستمر بأسلاك وبعمود جاف وبمفتاح ضاغط

كما هو مبين بشكل ١٢٦ . لاحظ المغناطيسات الكهربائية وقطعة الزنبرك المثبتة في المطرقة . اضغط على المفتاح الضاغط لتقفل الدائرة . أبعد قطعة الزنبرك من نقطة تماسها ثم اتركها . هل يمكنك تتبع



(شكل ١٢٦) دائرة كهربية لجرس كهربى .

هل يمكنك تتبع مسار التيار من البطارية إلى الجرس ؟ و اشرح سبب رنينه .

عندما يقفل المفتاح الضاغط الدائرة

الكهرية ، يمر التيار في ملفات المغناطيسات الكهرية . فتجذب المغناطيسات الكهرية حافظة الجرس وتضرب المطرقة الجرس . فتفتح بذلك الدائرة وتفقد المغناطيسات الكهرية مغناطيستها وتجذب الحافظة بعيداً بواسطة الزنبرك . ثم تبدأ العملية مرة أخرى وتكرر عدة مرات في الثانية . وبذلك يدق الجرس باستمرار ما دام هناك تيار كهربى يمر .

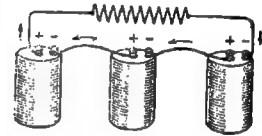
وفي معظم المنازل الخصوصية وحجرات المبانى يوجد محول صغير للجهود وجرس كهربى يعمل بالتيار المتردد في دائرة كهرية . وهناك بعض الفروق بين تركيب جرس يعمل بتيار متردد والجرس الذى يعمل بتيار مستمر ، ولكن الفكرة المبنى عليها حدوث الصوت واحدة تقريباً .

الدوائر الكهرية

إذا أردت إجراء بعض التجارب بنفسك ، فهناك بعض الارشادات عن الدوائر الكهرية المفيدة لك . يعطى العمود الجاف المعتاد حوالى ٥٠ فولت أثناء عمله . وعمود بطارية الجيب له نفس جهد العمود الجاف ولكنه يعطى تياراً أقل . وبما أن العمود الجاف به كمية من المواد الكيموية أكبر مما فى عمود بطارية الجيب ، ولذلك فانه يبقى لمدة أطول . وعلى كل حال فعمود بطارية الجيب أسهل فى الحمل من الأعمدة الجافة العادية .

ولا يكفى عادة تيار عمود جاف واحد . فللاصول على جهد أعلى للتغلب

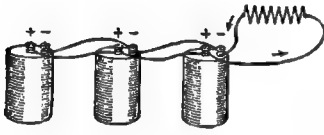
على المقاومة ، يمكن توصيل أعمدة لتكون بطارية كالمبينة فى شكل ١٢٧ . وبين الشكل أن القطب السالب لأحد الأعمدة متصل بالقطب



الموجب للعمود التالى . ويسمى مثل هذا الترتيب بالتوصيل على التوالى . والجهد الناتج من التوصيل على التوالى يساوى مجموع جهود كل الأعمدة ويمر كل التيار الكهربى خلال كل عمود

(شكل ١٢٧) عندما توصل الأعمدة على التوالى ، يمر كل التيار فى كل عمود . والجهد الكلى يساوى حاصل ضرب جهد العمود الواحد فى عدد الأعمدة . وبمثل الخط المعرج مقاومة كالجرس مثلاً

وكذلك يمكن توصيل الأجهزة الكهربائية على التوالي . وتكون في هذه الحالة المقاومة الكلية للدائرة تساوى مجموع مقاومتها .



(شكل ١٢٨) عندما توصل أعمدة على التوالي ، يكون الجهد الكلى مساوياً لجهد كل عمود وتوصل كل الأقطاب الموجبة بسلك واحد وتوصل كل الأقطاب السالبة بالسلك الآخر

كما إذا كانت بطارية واحدة بألواح كبيرة . والجهد الناتج من الأعمدة المتصلة على التوالي يساوى جهد عمود واحد .

اختبر معلوماتك

- ١ - عرف : البرات ، والكيلووات - ساعة ، والتوصيل على التوالي ، والتوصيل على التوالي ، والمصدر .
- ٢ - اذكر كيف تتحول الطاقة الكهربائية إلى خمسة أنواع مختلفة من الطاقة .
- ٣ - كيف يحفظ مصهر دائرة كهربية ؟
- ٤ - اذكر أسماء الأجزاء الرئيسية في موتور كهربى .
- ٥ - ارسم تدريجات عداد كهربى وسجل قراءته .
- ٦ - اذكر العلاقة بين الوات والفولت والأمبير .

الكهرباء والطاقة

إن الطاقة الكهربائية هى أحد مصادر الطاقة النافعة لدينا والتي نستخدم عليها . وهى تؤدى اليوم كثيراً من الأعمال فى العالم . فهى تستخدم فى المنزل وفى الصناعة وفى وسائل الاتصال والنقل كما تساعد فى الترفيه عنا فى أوقات فراغنا فى دور السينما والاستماع إلى أجهزة الراديو أو مراقبة أجهزة التليفزيون . وتأتى كل الطاقة الكهربائية المستخدمة فى عالمنا الحديث أصلاً من

الشمس ، وبالمثل الطاقة المتولدة من الفحم والبترول . لأن الفحم في الحقيقة هو « أشعة الشمس المتجمدة » منذ ملايين السنين ، نتج من الغابات الاستوائية . ويظن أن مصدر البترول هو حيوانات البحر التي أكلت النباتات الخضراء في عصر ماضى وبذلك اخترت طاقة الشمس .

هل توقفت مرة لتفكر في الطرق العجيبة التي تتحول بها الطاقة ؟ ففي الحقيقة أنها كالسحر لمجرد التفكير في أن الطاقة الميكانيكية لشلال يمكن أن تتحول إلى طاقة كهربية . ثم يمكن تحويل الطاقة الكهربائية بعد ذلك إلى طاقة ضوئية أو طاقة حرارية أو طاقة كيميائية أو إذا أردت فيمكن تحويلها ثانية إلى نفس الطاقة الميكانيكية التي هي مصدرها . في الحقيقة أن قصة الطاقة هي قصة العلم .

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الأولى

يسبب الاحتكاك شحنات كهربية ساكنة تتجمع على السطوح .
تحتوى كل المواد على بروتونات وإلكترونات . والبروتون هو شحنة كهربية موجبة والالكترون هو شحنة كهربية سالبة .
تجاذب الشحنات المختلفة وتتنافر الشحنات المتشابهة .
وهج البرق عبارة عن تيار من الالكترونات متجه من الأرض نحو السحاب أو من السحاب إلى الأرض أو من سحاب إلى سحاب آخر .

المسألة الثانية

كل المغناطيسات الطبيعية والصناعية لها أقطاب .
يمكن مغنطة الحديد والنيكل والكربلت وبعض السبائك كالصلب فقط .
تنافر الأقطاب المغناطيسية المتشابهة وتجاذب الأقطاب المغناطيسية المختلفة .
تملأ خطوط القوى المغناطيسية المنحنية كل الوسط المحيط بالمغناطيس .
وتعتبر هذه الخطوط غير المرئية بأنها تترك القطب السالب وتدخل في القطب الجنوبي .

الأرض مغناطيس^١ له قطب شمالي بعيد في نصف الكرة الجنوبي ،
وقطب جنوبي في شمال كندا .

المسألة الثالثة

يمكن الحصول على الطاقة الكهربائية من الطاقة الكيماوية ، عندما تغمر
مادتين مختلفتين^٢ في محلول يتفاعل مع أحدهما أسرع من تفاعله مع الآخر .
تسرى الإلكترونات من القطب السالب إلى القطب الموجب في الدائرة الخارجية
تتكون البطارية من عمودين أو أكثر .

تحول بطارية السيارة الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيماوية عندما تشحن ،
وعندما تفرغ تتحول الطاقة الكيماوية إلى طاقة كهربائية .

تحول المولدات الكهربائية الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كيماوية بتحريك
موصل كهربائي في خطوط قوى مغناطيسية .

يمغطس تيار مستمر مار في سلك ملفوف حول قضيب حديدي ،
يمغطس القضيب مكوناً مغناطيساً كهربياً .

تستخدم الكهرباء في طلاء أحد المعادن بمعدن آخر وتسمى العملية الطلاء
بالكهربا .

المسألة الرابعة

يقاس معدل مرور تيار كهربائي بالأمبير .

الفولت هو وحدة لقياس القوة الدافعة الكهربائية التي تدفع الإلكترونات
للسريان في دائرة كهربائية .

وتقاس مقاومة مرور التيار الكهربائي بالأوم .

قانون أوم هو $R = \frac{V}{I}$.

تتأثر مقاومة الموصلات بطول الموصل وحجمه ودرجة حرارته ونوع

مادته .

المسألة الخامسة

تنقل خطوط التوصيل الكهربائية التيار المتردد من محطات توليد الكهرباء إلى الأماكن التي يستخدم فيها التيار .

يمكن أن ينتج التيار الكهربى بالتأثير من ملف آخر .

يتحكم محول الجهد فى الجهد . فيرفع المحول الراجع الجهد ، ويخفض المحول الخافض الجهد .

تستخدم المحولات فى المنازل لتخفيض الجهد ليكون مناسباً لأجراس الأبواب ، والمصابيح الفلورية وأجهزة الراديو والأجهزة الكهربائية الأخرى .

المسألة السادسة

تقاس القدرة الكهربائية بالوات أو الكيلووات .

يغير الموتر الكهربى الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية .

المصهر أو قاطع الدائرة هو صمام أمان للدائرة الكهربائية إذ يمنع تحملها أكثر مما تطيق .

تتحول الطاقة الكهربائية إلى صوت بالأجراس والذبذبات .

يمكن توصيل الدوائر الكهربائية على التوالى أو على التوازي .

اسئلة للمناقشة

- ١ - اذكر ثلاث طرق لزيادة شدة مجال مغناطيسى .
- ٢ - اذكر فى جملة واحدة ما نوع الطاقة المتحولة التى تنتج فى مولد كهربى وفى موتور .
- ٣ - صف باختصار كيف تنقل الكهرباء من محطة توليد الكهرباء إلى منزلك .
- ٤ - ما نوع الطاقة المتحولة المتكررة فى سخان الخبز ؟
- ٥ - لماذا تصنع الأسلاك ذات الجهد العالى من النحاس أو الألومنيوم ؟
- ٦ - كيف تختلف المحولات الراجعة للجهد والمحولات الخافضة للجهد ؟
- ٧ - إذا كان صوت الحرس الكهربى بمنزلك ضعيفاً . فكيف تبحث عن الخلل ؟

- ٨ - كيف يؤثر حجم الموصل في مرور التيار ؟ اشرح إجابتك .
- ٩ - اشرح كيف تجرى تجربة لتوضح أنه يمكن الحصول على تيار بالتأثير .
- ١٠ - إذا عرفت جهد وقدرة فرن كهربى ، فكيف تحسب شدة التيار المار فيه ؟
- ١١ - ما معنى عدد الكيلووات - ساعة المذكورة في « فاتورة » شركة الكهرباء .
- ١٢ - ما نوع الدائرة الكهربائية المستخدمة في أسلاك إنارة شجرة عيد الميلاد التى تنطفئ كل أنوارها إذا انتزعت مصباحا واحداً من قاعدته ؟ فسر ذلك .
- ١٣ - اذكر العوامل التى تؤثر على المقاومة الكهربائية للموصلات .
- ١٤ - اذكر مزايا وجود الكهرباء في منزل .
- ١٥ - اذكر وعرف الوحدات المستخدمة في قياس تأثيرات التيار الكهربى .
- ١٦ - كيف تجرى تجربة لتوضح أن هناك مجالا مغناطيسيا يحيط موصلا به تيار كهربى ؟
- ١٧ - لماذا يستخدم محول الجهد فقط مع التيار المتردد ؟

تمرّن على حل المسائل

صمم اثنا عشر من طلبة العلوم على تكوين ناد ، واختاروا جون مارتين رئيسا وطلبوا منه أن يصمم حلقة ليلبسها كل عضو في النادي .

فاشترى جون ستة مسامير على هيئة حدوة الفرس من الحداد وثنى كل مسمار على شكل خاتم وقرر طلاءها بالنحاس . وعندما وجد بعض كبريتات النحاس بين المواد التى يحتفظ بها والده ليستعملها في أعمال زرع الحديقة ، سأل والده أن يسمح له بأخذ بعضها . ووافق الوالد وسأل جون كيف سيستخدمها . ولما أخبره جون بغرضه قال مستر مارتين : « لن تحتاج إلى تيار كهربى . أسقط فقط الخواتم في محلول كبريتات النحاس واتركها لمدة ساعة أو ساعتين . وسيغطي التفاعل الكيموى بين الحديد والمحلول المسامير بالنحاس . وقد حدث نفس النوع من التفاعل على ما اعتقد عندما استخدمت مسامير تثبيت من الألومنيوم لتثبيت أجزاء أنبوبة الدخان المتصلة بالفرن . لأن حامض

الكبريتيك المتكون من دخان الفحم وبخار الماء ، قد أحدث ثقبوا حول المسامير . وكان يجب على أن أشتري أنبوبة جديدة للوصلة بين القرن والمدخنة » .

حضر جون محاولاً من كبريتات النحاس ، وبعد أن بلل الخواتم في الكحول لإزالة أى مادة زيتية من على أسطحها ، غمر ستة من الخواتم الحديدية ومسماراً مغطى بطبقة من الألومنيوم في المحلول وتركها فيه لمدة ساعتين . ثم وضع جون الستة الخواتم الأخرى ومسماراً مطلياً بالألومنيوم على مسافات متساوية على سلك عار من النحاس . واستخدم أعمدة جافة كمصدر للتيار الكهربى خلال المحلول والخواتم . وبعد ساعتين أخرج الخواتم من المحلول وتركها لتجف .

وبعد أن أعطى جون الخواتم إلى أعضاء ناديه بثلاثة أسابيع ، اشتكى ستة من الطلبة من أن خواتمهم قد فقدت كثيراً من طبقة النحاس المترسبة وكان واضحاً على بعض الأصابع لون بني شبيه بصدأ الحديد . فأخذ جون الخواتم إلى المنزل عازماً على طلائها ثانياً . ولما اختبر المسامير ذات الطلاء الألومنيومى وجد أن واحداً فقط قد طلى بالنحاس ولم يستطع التذكر أيهما قد طلى بالكهرباء . هل قام جون بتجربة متحكم فيها عندما حضر فى أول الأمر خواتم النادى؟

ماذا كان عامل التحكم ؟

ماذا كان عوامل التجربة ؟

ماذا كان غرض جون من استعمال المسامير ؟

ما الذى يجب عليه عمله بعد ذلك قبل أن يقرر كيفية طلاء الخواتم ثانياً حتى يكون طلاؤها ثابتاً ؟

١٠- تآريفة أشغال العالم

منذ بضع مئات من السنين فقط ، كانت الأدوات التى يستخدمها الإنسان بسيطة جداً . ولم يكن لدى الناس فى العصور الوسطى محاريث أو آلات لنسج ملابسهم . وكانت الملابس والأشياء الأخرى التى محتاج إليها فى المنزل تصنع كلها باليد . وحتى الأطفال كان عليهم أن يعملوا فى المنزل .

واحتاج عمل أول مقص ، بربط سكينين مع بعضهما ، احتاج إلى تخيل وتجربة أما الآن ، فتجد أن مطرقة لها شكل خاص من أحد طرفيها لدق مسمار . والطرف الآخر لإخراج مسمار وهى إحدى الأدوات الشائعة فى منازلنا . وقد جعل استخدام الأدوات والآلات العمل ممكناً فى المصانع . والآن يقوم الآباء بالعمل فى المصانع بالآلات ، وليس هناك ما يدعو إلى أن يعمل الأطفال فى الصناعة .

ستعرف فى هذا الفصل كثيراً عن الآلات . وستساعدك هذه الدراسة على تقدير الحضارة التى نعيش فيها . وبدون الآلات لم تكن حضارتنا الحديثة ممكنة . ومع أن الآلات المعقدة التى تستخدم الآن قد استغرقت قروناً لتتطور إلا أنها كلها مكرّنة من ستة أجهزة بسيطة كانت تستخدم منذ ثلاثة آلاف من السنين .

المسائل التى سوف نعالجها

- ١ - كيف نستخدم القوى ؟
- ٢ - ماذا تقدمه لنا الآلات ؟
- ٣ - ما هى أنواع الآلات ؟
- ٤ - كيف يساعدنا الاحتكاك وكيف يقاومنا ؟
- ٥ - كيف تستخدم الآلات فى العمل ؟

المسألة الأولى - كيف نستخدم القوى ؟

تتحرك الأجسام في حياتنا اليومية بجذبها أو بدفعها . وهذه الحذبات والدفعات هي قوى . وربما تكون أكبر قوة هي التي تجذبنا نحو مركز الأرض . وتسمى قوة الجاذبية . وقد اكتشف العلماء كيف تؤثر الجاذبية على أرضنا التي تدور حول نفسها .

ففي القرن السابع عشر ، فكر السير إسحق نيوتن الإنجليزي ملياً في كيفية سقوط الأجسام نحو الأرض . والآن ، ربما نعجب من أن الإنسان سينبئ صاروخاً يترك الأرض وربما يصل إلى القمر .

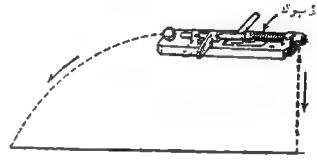
استنتج نيوتن ، بعد تجارب كثيرة ، أن كل جسم في الكون يجذب كل جسم آخر . ونحن نعتقد الآن أن الشمس وكل كوكب من الكواكب تجذب بعضها . وقوى الجذب هذه هي التي تحفظ الكواكب في مساراتها الحالية . ومع أنه يصعب عليك أن تعتقد أنك إذا قفزت من فرع شجرة نحو الأرض ، فإن الأرض تتحرك بمسافة متناهية في الصفر نحوك ، إلا أن التجارب الدقيقة تبين صحة ذلك .

تجربة ١١٣

كيف تعرف أن الأجسام الثقيلة تسقط أسرع من الأجسام الخفيفة ؟

اقذف من قاعدة نافذة بالدور الثاني ، كرة بيزبول وكرة تنس في نفس اللحظة ، ويكون معك زميل على الأرض يستخدم ساعة توقيت ليقدر الزمن الذي تأخذه كل من الكرتين في السقوط . والآن ، اقذف بنساً وقطعة من الورق المقوى في نفس اللحظة وقس الزمن اللازم لهما حتى يصلا إلى الأرض . ضع الآن قطعة الورق المقوى فوق البنس واقذفهما . قارن بين زمني سقوطيهما . إن كرتي البيزبول والتنس متساويتان تقريباً في الحجم ولكن كرة البيزبول أثقل من كرة التنس . ومع ذلك سقطت الكرتان نفس المسافة في نفس الوقت . وفي التجربة الأخرى ، البنس وقطعة الورق المقوى لهما نفس

الوزن تقريباً ، ولكن البنس يستطأ أسرع من قطعة الورق المقواة وذلك لأن مساحة سطح قطعة الورق أكبر بكثير من مساحة سطح البنس ، وبذلك تكون مقاومة الهواء لقطعة الورق أكبر . ولهذا تسقط ببطء أكثر من البنس أما الأجسام التي لها نفس الحجم تقريباً لكن أوزانها مختلفة فتسقط بنفس السرعة ولكن الأجسام الكبيرة الحجم تسقط ببطء أكثر من الأجسام الصغيرة الحجم لأن مقاومة الهواء تكون أكبر على السطوح الكبيرة .



(شكل ١٢٩) مع أن الكرة اليسرى قذفت إلى الخارج وتتحرك في مسار أطول ، إلا أنها تصل إلى الأرض في نفس الوقت الذي تصل فيه الكرة الأخرى الساقطة رأسيًا

الأجسام الساقطة من طائرات على ارتفاعات شاهقة تسقط أسرع وأسرع كلما اقتربت من الأرض . وعندما تصل سرعاتها إلى ١٣٠ ميلا في الساعة ، فان مقاومة الهواء تساوى قوة الجاذبية وحينئذ لا تزيد سرعة جسم ساقط .

وزن الأجسام

الجاذبية هي القوة التي تجذب بها الأجسام نحو الأرض . ونقيس هذا الجذب على كل جسم بمقدار وزنه . فإن لم تكن هناك جاذبية ، لم يكن هناك وزن لأى شيء . وكما تعرف ، فانه يقاس وزن طرد من اللحم أو حفنة من المسامير . بوضع الجسم في كفة ميزان ويعادل الميزان بأثقال معلومة في الكفة الأخرى . ويجب أن تكون الأثقال المعاومة المستخدمة في الميزان دقيقة وتتفق مع الموازين العيارية المحفوظة في مكتب المعايير بواشنطن ج ن د . ث .

لا يكون للأجسام نفس الوزن في كل الأماكن على سطح الكرة الأرضية . دعنا نر السبب في ذلك . فأرضنا ليست كروية تماماً فهي مسطحة قليلا عند القطبين وتنبعج قليلا عند خط الاستواء . فلذلك تكون مدينة قريبة من خط الاستواء أبعد من مركز الأرض من مدينة في ألاسكا . وكلما بعد

جسم من مركز الأرض ، قلت قوة الجاذبية عليه . وبذلك فانك تزن أقل عندما تكون قريباً من خط الاستواء عما إذا كنت بالقرب من القطب الشمالى .

تقاوم الأجسام الحركة

إذا وضعت برتقالة فوق منضدة ، فستظل في مكانها إلى أن يحدث شيء لها . ولكن إذا بدأتها في الحركة بدفعة خفيفة . فستبدأ في الدحرجة وستظل تتدحرج إلى أن توقف بقوة أخرى .

تتجه الأجسام المتحركة إلى الاستمرار في الحركة كما تتجه الأجسام الساكنة إلى أن تظل في حالة السكون . ويسمى هذا الاتجاه بالقصور الذاتى .

تجربة ١١٤

كيف تبين أن أى جسم له قصور ذاتى ؟

ضع طبقة سميكة من الرمل في قاع زجاجة ثم ضع على فوهة الزجاجة قطعة من الورق المقوى مساحتها بوصتان مربعتان وضع قطعة رخام على قطعة الورق بالقرب من وسطها . اضرب أحد أحرف الورقة بقوة بمسطرة لتزيلها من فوق فوهة الزجاجة . لماذا تسقط قطعة الرخام داخل الزجاجة ؟

القصور الذاتى

عندما تكون واقفاً في سيارة أوتوبيس متحرك ثم يقف ، فيميل جسمك إلى الاستمرار في الحركة إلى الأمام بسبب القصور الذاتى . عندما يقف الأوتوبيس فجأة فلا بد أن تمسك نفسك من الاندفاع إلى الأمام . وللأجسام الثقيلة قصور ذاتى أكبر من القصور الذاتى للأجسام الخفيفة . فإذا كان لوري ثقيل وسيارة خفيفة يسيران بنفس السرعة ، فيلزم للورى قوة كبيرة لإيقافه أكبر من القوة التى تلزم لإيقاف السيارة . وكذلك فإن اللوريات أبطأ من السيارات في بدء الحركة . ويتحكم سائقو السيارات واللوريات ومهندسو القطارات في تأثيرات القصور الذاتى بأن يسمحوا لمركباتهم بالهبوط على أسطح التلال من غير وقود أو بوقود قليل . وبالعكس فانهم يزيدون السرعة قبل بدء تسلق سطح مائل ، لأن القصور الذاتى لمركبة متحركة بسرعة يساعدها على استمرار الحركة .

القوة الطاردة المركزية والقوة الداخلية المركزية

هل ربطت مرة حجراً في طرف خيط ، وأمسكت جيداً بالطرف الآخر . له وجعلت الحجر يدور في دائرة مركزها يدك ؟ لقد كان هناك قوتان تؤثران على الحجر ليحفظاه متحركاً في دائرة . تسمى القوة التي تجذب بها الحجر إلى الداخل بالقوة الداخلية المركزية وتسمى القوة التي تجذبه بعيداً عن المركز بالقوة الطاردة المركزية . وإذا كان الخيط ضعيفاً وأدرت الحجر بسرعة كبيرة ، فإن القوة الطاردة



(شكل ١٣٠) كيف تساعد هنا القوة المركزية تقطع الخيط .

الطاردة المركزية ؟ أين تؤثر القوة الداخلة المركزية ؟

ومن الضروري في بعض الأحيان

أن نعاذل القوة الطاردة المركزية في حياتنا اليومية ، فمثلاً عند الترحلق في مسار منحني يجب أن نميل نحو المركز لتتجنب القذف إلى الخارج كما أن السيارة تنقلب إذا كانت تقطع منعنياً وهي تسير بسرعة كبيرة . ولمنع حدوث ذلك يجب أن تميل السيارات عند المنعطفات . وتسبب القوة الطاردة المركزية تطاير الوحل من عجلات سيارة دائرة ولذلك تجهز السيارات برقارف .

ومع ذلك فليست القوة الطاردة المركزية ضارة دائماً ، فهي نافعة في صناعة منتجات الألبان مثلاً في أجهزة فصل الكريم ، يفصل الزبد «الكريم» من اللبن باستخدام القوة الطاردة المركزية فتدار أقراص في وعاء بسرعات كبيرة . وحيث أن اللبن المنزوع منه الكريم أثقل من الزبد «الكريم» ، فيندفع إلى الخارج تحت الأقراص حيث يصرف من الوعاء . أما الكريم فيتجمع ويتكوم في وسط الوعاء حيث يؤخذ .

تستخدم القوة الطاردة المركزية في بعض أنواع آلات غسل الملابس ،

وفى تجفيف الملابس . فبينما تدار الملابس فى أوعية أسطوانية ، يطرد الماء من الملابس خلال ثقب صغير فى الوعاء الأسطوانى بالقوة الطاردة المركزية .

الفعل ورد الفعل

ربما قد حاولت فى وقت ما أن تقفز إلى الشاطئ من قارب مجديف وسقطت فى الماء ويحدث هذا لأنه عندما تقفز إلى الأمام يتحرك القارب إلى الخلف . وتبين هذه التجربة قانوناً علمياً يمكن التعبير عنه كالآتى :

« لكل فعل رد فعل مساو له فى المقدار ومضاد له فى الاتجاه » .

وهناك أمثلة كثيرة لقوى الفعل ورد الفعل . فيدفع جناح طائر الهواء إلى الخلف فيدفع الهواء الطائر إلى الأمام . وفى التجديف ، تدفع المجاديف الماء إلى الخلف ، فيدفع الماء القارب إلى الأمام . كما يدفع طرف خرطوم حديقة ملقى على الحشائش إلى الخلف برد فعل الماء أثناء خروجه من الفوهة . واندفاع المدفع إلى الخلف لمثال آخر لرد الفعل . وكذلك تدار بنفس الطريقة العجلة ذات الدبابيس المستخدمة فى الألعاب النارية حاول أن تفكر فى أمثلة أخرى لقوى الفعل ورد الفعل .

اختبر معلوماتك

- ١ — علل لماذا يميل راكب دراجة فى اتجاه منعطف .
- ٢ — اذكر كيف تستخدم القوى فى الألعاب الرياضية مثل ألعاب البيزبول وكرة القدم وكرة السلة .
- ٣ — علل لماذا ينزلق الرمل من الجاروف عندما يوقف الرجل الجاروف فجأة .
- ٤ — لماذا تصب الأنهار الصغيرة فى الأنهار الكبيرة ولماذا تصب الأنهار الكبيرة فى المحيط ؟

- ٥ — عرف : قوة ، قصور ذاتى ، متجه خارج المركز ، قوة داخلية مركزية .
- ٦ — كيف يتجنب لاعب بيزبول ماهر إصابة يديه من كرة قذفت بشدة ؟

المسألة الثانية — ماذا تقدمه الآلات لنا ؟

ربما عندما تقرأ كلمة « آلات » تفكر أولاً فى الحازولين والآلات البخارية . وربما لا تعلم أن مفكاً ومطرقة ومقبض باب هى أيضاً آلات .

فالآلة هي جهاز ميكانيكى يساعدنا على القيام بعمل شغل بقوة أقل وفي وقت أقصر أو بكثا الميزتين .

لقد اخترعت آلات كثيرة فى القرنين الماضيين . وإذا كان جدك قد عاش دائماً فى مزرعة ، فسيخبرك بتغيرات كثيرة قد رآها فى استخدام آلات فى المزرعة . فقد استبدل مثلاً بالمحاريث اليدوية وسكاكين الحصاد بمحاريث وآلات حصاد تجر بمحركات . وربما تذكر جدتك أول آلة كهربية لغسل الملابس رأتها فى حياتها . ربما لا تستطيع التخيل أن تذهب هنا وهناك بدون سيارة . وقد تظن قصص جدك عن الركوب إلى ولائم أعياد الميلاد فى مركبات تنزلق على الجليد يجرها الخيل قد تظنها قصصاً خيالية .

يمكن للآلات أن تزيد السرعة

ليس ضرورياً أن يكون للآلة جهاز زيادة السرعة وعجلات . فإذا كنت قد ذهبت لاصطياد السمك ، فقد استخدمت آلة عندما حركت طرف قسبة الصيد بضع بوصات فقط إلى أسفل لكي ترفع طرفها الآخر إلى أعلى لعدة أقدام ، كما أن السمكة التى فى الخيط ارتفعت إلى أعلى أسرع من تحرك يدك إلى أسفل . وبذلك فإن قسبة الصيد كانت آلة اكتسبت بها اقتصاداً فى المسافة وزيادة فى السرعة .

يمكن للآلات أن تزيد القوة

تستخدم الآلة لمضاعفة القوة . فيمكنك بسهولة إخراج مسمار من لوح خشبي بقوة صغيرة باستخدام كاشة . وربما قد لاحظت رفع عجلة سيارة عن الأرض بيد واحدة وذلك باستعمال آلة رافعة (تسمى جاك) . فتتغلب المطرقة ذات الفكين (الكاشة) والآلة الرافعة على القوة الكبيرة . كما أن الأجهزة الشائعة الاستخدام فى الطبخ مثل السكاكين وفاتحات العلب هي أيضاً آلات .

الشغل والطاقة

تعمل الآلات شغلا بسبب الطاقة . والطاقة هي المقدرة على عمل شغل . ولا نستطيع أن نستحدث الطاقة أو نفنلها . وتقوم الطاقة بتأدية شغل العالم . فننقلنا إلى المدرسة وتدفىء وتضىء منازلنا ومصانعنا وتجهز وتحفظ طعامنا .

تغير الآلات اتجاه القوة

عندما تتركب عجلة ، فإن القوة التي تؤثر بها على البدال إلى أسفل تدفع العجلة إلى الأمام . وبذلك فتغير العجلة اتجاه القوة . وآلة قطع الحشائش إنما هي مثل آخر لتغيير الآلة لاتجاه القوة . فعندما تدفع يد الآلة إلى الأمام ، تدور أسنان الآلة القاطعة .

يمكن للآلات أن تحول الطاقة

عرفت في الفصل السابق أن الموتور يغير الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية . ويغير مصباح إضاءة كهربى الطاقة الكهربائية إلى ضوء وكذلك يحول المرحم الطاقة الكيماوية إلى طاقة كهربية .

الشغل

يمكنك اعتبار الشغل كأنه بعض النشاط الذى تبذله لتكسب منه مالا أو كشيء يتعبك عند أدائه ، أو كشيء لا بد من عمله . ولكن بالنسبة للعلماء فيحدث الشغل فقط عندما تؤثر قوة على جسم وتحركه . وبذلك فأنت تبذل شغلا عندما تمشى أو تجرى وذلك لأنك تحرك جسمك من مكان إلى آخر . وتبذل آلة السيارة شغلا عندما تحرك وزن السيارة على الطريق . وكذلك تبذل الريح شغلا عندما تدفع قارباً شراعياً فى الماء . ففى كل حالة تجد أن هناك قوة مؤثرة تسبب حركة .

قياس الشغل

تحدد كمية الشغل المبذول بمقدار القوة المؤثرة وبالمسافة التى تحركها الجسم تحت تأثير القوة المؤثرة عليه . فإذا رفع رطل واحد لمسافة قدم واحدة فقد بذل شغل مقداره قدم . باوند واحد . والقدم . باوند هو أحد وحدات قياس الشغل .

ويمكن قياس الشغل بوحدات أخرى غير وحدة القدم . باوند . فإذا رفع وزن كيلوجرام لارتفاع متر واحد فقد بذل شغل مقداره كيلوجرام . متر

واحد . ولعلك قد رأيت الآلات الكبيرة التي ترفع القاذورات المتكرمة على الأرض وتنفذها في لوريات ، فإذا رفعت مثل هذه الآلة طناً واحداً إلى ارتفاع عشر أقدام ، فقد بذلت شغلا قدره ١٠ قدم . طن .

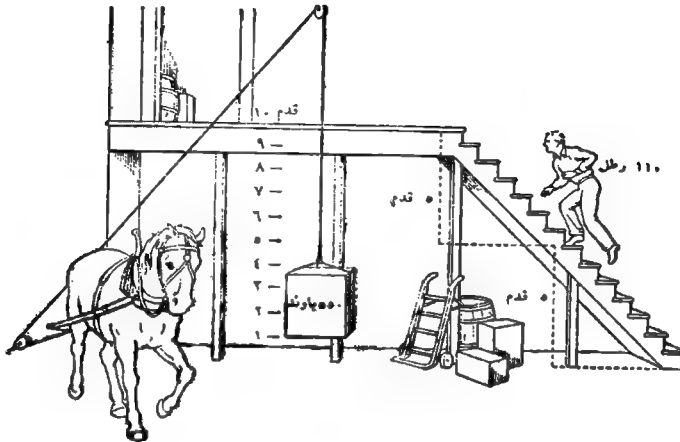
الاقتصاد في الشغل

غالباً ما نسمع أن الآلات هي « أجهزة اقتصاد في العمل » . أى إنها تقلل الشغل . ولكن الآلات لا تقلل الشغل ، بل توفر علينا القوة العضلية والزمن باستخدام طاقة ميكانيكية أو كهربية أو أى نوع آخر من الطاقة . ولكن كمية الشغل المبذول هي نفسها سواء عملت بأجهزة ميكانيكية أو بعضلات جسمية .

القدرة والشغل

تعرف القدرة بأنها معدل أو سرعة بذل الشغل . فإذا جز ولد حشائش في ساعة وقام بنفس العمل ولد آخر في نصف ساعة فتكون قدرة الولد الثاني ضعف قدرة الولد الأول .

وقد سمعت عن قدرة الحصان لسيارة ما . وكان جيمس وات أول من استخدم تعبير قدرة الحصان لمقارنة قدرة الآلة البخارية التي كانت حديثة



(شكل ١٣١) كيف يمكن قياس قدرة الحصان؟ القدرة اللازمة لرفع حمل ثقله ٥٥٠ باوند لمسافة قدم واحدة في ثانية واحدة هي قدرة الحصان . إذا وصل الولد إلى قمة الدرج في ١٠ ثواني ، فيكون مستخدماً $\frac{1}{10}$ قدرة حصان .

الاختراع آتند بقدرة حصان (الحيوان المعروف) فى رفع ماء من مناجم فحم .
وعين وات وزن الماء الذى يقوم حصان واحد باستخراجه بانتظام والمسافة
التي يتحركها فى وزن معلوم . واستنتج أنه فى المتوسط ، يستطيع الحصان أن
يعمل ٣٣٠٠٠ قدم . باوند كل دقيقة ، أو ٥٥٠ قدم . باوند فى الثانية .
وبذلك فقدرة حصان واحد تساوى ٥٥٠ قدم . باوند فى الثانية .

وستساعدك التجربة التالية على فهم الفرق بين الشغل والقدرة .

تجربة ١١٥

كيف نقيس قدرة الحصان ؟

عد السلالم اتنى فى الدرج . وبقياى ارتفاع درجة واحدة يمكنك معرفة
إلى أى ارتفاع ترفع إليه وزنك عندما تصعد الدرج . ما مقدار الشغل الذى
تبذله ؟ والآن اطلب من زميلك أن يحمل ساعة إيقاف لقياس الزمن الذى
تستغرقه فى صعود الدرج جرياً . هل يمكنك الآن حساب معدل بذلك للشغل ؟
ما هى قدرتك ؟

إذا كان ارتفاع الدرج عن الأرض هو ١٢ قدماً ، وكان وزنك ١٢٠
رطلاً إذن فأنت تبذل شغلاً قدره ١٤٤٠ قدم . باوند فى صعودك الدرج سواء
جرياً أو ببطء . فإذا أمكنك أن تصعد هذا الدرج جرياً فى ١٠ ثوان ، إذن
فأنت تبذل شغلاً قدره ١٤٤ قدم . باوند كل ثانية . وبما أن قدرة الحصان
الواحد تساوى ٥٥٠ قدم . باوند فى الثانية ، فيمكنك معرفة قدرتك بالنسبة
لقدره الحصان بمقارنة ١٤٤ و ٥٥٠ ، أى يكون معدل بذلك للشغل هو $\frac{1}{4}$
أى تكون قدرتك تساوى ٢٦ ر . من قدرة الحصان أو أكثر قليلاً من $\frac{1}{4}$ قدرة
حصان .

ويمكن التعبير عن العلاقات المستخدمة للقياس بوحدة قدرة الحصان
(معدل بذل الشغل) بمعادلات رياضية .

$$\frac{\text{قدم . باوند في الدقيقة}}{33000} = \text{قدرة الحصان}$$

$$\frac{\text{عدد الأقدام} \times \text{عدد الباونندات}}{33000 \times \text{عدد الدقائق}} =$$

$$\frac{\text{قدم . باوند في الثانية}}{550} = \text{أو}$$

$$\frac{\text{عدد الأقدام} \times \text{عدد الباونندات}}{550 \times \text{عدد الثواني}} =$$

اختبر معلوماتك

- ١ - عرف : طاقة ، آلة ، شغل ، قدرة ، قدرة حصان .
- ٢ - اذكر أمثلة للطرق التي يمكن أن تتحول بها الطاقة .
- ٣ - هل هناك أى شىء مثل « جهاز اقتصادى في العمل » ؟ فسر ذلك .
- ٤ - يصعد ولد وزنه ١٤٠ رطلاً جرياً إلى أعلى درج ارتفاعه (العمودى) .
١٠ أقدام . احسب قدرة الولد مقدرة بقدرة الحصان .
- ٥ - اشرح العلاقة بين الشغل والطاقة .
- ٦ - اذكر ثلاثة أشياء تقوم بها الآلات لنا . وأعط مثالا لكل واحد .

المسألة الثالثة - ما هى أنواع الآلات ؟

ربما يخطر ببالك ، عندما تفكر فى الآلات ، هذه الأجهزة ذات الأسنان والمجالات والسيور والبكرات . وفى الحقيقة فكل هذه الأجهزة المعقدة إن هى إلا تكوينات من ست آلات بسيطة . وهذه الآلات الست هى الرافعة ، القرص والعمود والبكرة والمستوى المائل والبريمة والكلاية وستعرف فى هذه المسألة الأسس التى تعمل بها هذه الآلات البسيطة .

دوافع النوع الأول

تتكون الرافعة عادة من قضيب مستقيم يمكنه اندوران حول نقطة تسمى نقطة الارتكاز . فالجاروفات والمكنسات والعتلات وقصبات صيد السمك

ومفاتيح البيانو والمطرقات كلها رافع . وهناك ثلاثة أنواع من الرافع . وتقع نقطة الارتكاز في رافعة من النوع الأول بين القوة المؤثرة (الجهد) والمقاومة المراد التغلب عليها .

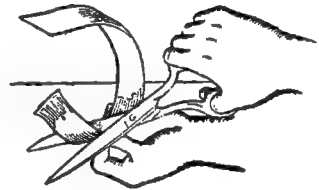
تجربة ١١٦

كيف تعرف طريقة استخدام رافعة ؟

أقطع قطعة مثلثية من الخشب ، وقطعة أخرى طولها حوالى ثلاث أقدام وسمكها بوصة واحدة . ضع القطعة الطويلة على القطعة المثلثية على سطح نضد بحيث أنها تتزن في وضع أفقى . فتكون نقطة الارتكاز عند نقطة تماس القطعتين . ضع ثقلاً وزنه ١٠٠ جم على أحد الطرفين ، وثقلاً آخر زنة ٢٠٠ جم على الطرف الآخر . تجد أن الرافعة غير متزنة الآن . حرك ثقل الـ ٢٠٠ جم نحو نقطة الارتكاز حتى تتزن الرافعة . قس الآن المسافة بين نقطة الارتكاز وكل من الثقلين . ما هى النسبة بين المسافتين ؟ وما هى النسبة بين الوزنين ؟ اضرب الـ ١٠٠ جم في بعدها عن نقطة الارتكاز ، وكذلك اضرب الـ ٢٠٠ جم في بعدها عن نقطة الارتكاز . ماذا تلاحظ عن حاصل الضربين ؟

قس ارتفاع كل ثقل عن النضد . اجذب طرف الرافعة الذى يحمل ثقل الـ ١٠٠ جم بعناية إلى أسفل نحو النضد ثم قس المسافة التى يتحركها كل ثقل . هل تحرك ثقل الـ ٢٠٠ جم نصف المسافة التى تحركها ثقل الـ ١٠٠ جم بالضبط ؟ فى هذا النوع من الرافع ، قوة صغيرة متحركة فى مسافة كبيرة تحرك

مقاومة أكبر خلال مسافة أقصر . وبما أن القوة التى فى امكانياتنا ليست غالباً كبيرة جداً فيمكن استخدامها بأكبر كفاية وذلك بوضعها أبعد ما يمكن من نقطة الارتكاز وبوضع المقاومة أقرب ما يمكن من نقطة الارتكاز فى الناحية المقابلة . نحن نعمل هذا عندما نفتح مقصاً فتحة واسعة جداً ونضع المادة المراد



(شكل ١٣٢) لماذا يمكن قطع مادة صلبة بقوة أقل عندما توضع بالقرب من نقطة الارتكاز عما إذا وضعت بالقرب من طرفي الذراعين ؟

قطعها أقرب ما يمكن من المسار (نقطة الارتكاز) . ويمكننا بذلك قطع مادة صلبة نوعاً ، فباستخدام قوة صغيرة تطبق ذراعى المقص .

روافع النوع الثانى

ليست كل الروافع لها نقطة الارتكاز بين القوة والمقاومة كالمقص والكماشة . فمثلا فى عربة نقل الأشياء الصغيرة ذات العجلة الواحدة ، توجد المقاومة بين القوة ونقطة الارتكاز . وتعرف مثل هذه الروافع بروافع من النوع الثانى .

روافع النوع الثالث

هناك نوع ثالث من الروافع ، وفيه تقع القوة بين نقطة الارتكاز والمقاومة . فمناك قطع السكر والملقط وذراعك نفسه كلها أمثلة لروافع النوع الثالث . والرافعة إحدى الآلات الست البسيطة . وتعمل كل الآلات بنفس الفكرة . والشغل الذى تبذله الآلة مساو للشغل المبذول بالقوة المؤثرة عليها ، مع إهمال الاحتكاك . ولكنك سترى فى المسألة القادمة لماذا لا يمكن إهمال الاحتكاك .

القرص والعمود

إن القرص والعمود آلة بسيطة . عندما تدبر مفتاح جهاز راديو فانك تؤثر بقوة على طرف قرص . ومحور الارتكاز هنا فى مركز القرص . ويتصل عمود مثبت بمركز القرص بالمقاومة . وبذلك فالقرص والعمود رافعة من النوع الثانى . وتحرك القوة أكثر بكثير من المقاومة . ويمكنك فهم ذلك إذا لاحظت أن عجلة قيادة سيارة تعمل أكثر من لفة واحدة بينما تدور السيارة بالضبط إلى اليمين أو إلى اليسار .

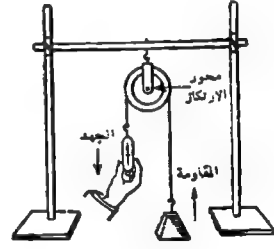
البكرة

البكرة نوع آخر للآلة البسيطة . وتركب من قرص به تجويف فى حافته يمر فيه خيط أو سلسلة . وتستخدم البكرة فى تغيير اتجاه القوة كما سترى فى التجربة التالية .

تجربة ١١٧

كيف تستخدم بكرة لتؤثر بقوة في اتجاه ما وتحرك مقاومة في اتجاه آخر ؟

علق بكرة مفردة من خطاف على حامل كما هو مبين في شكل ١٣٣ لف خيطاً حول البكرة واربط ثقلاً في أحد طرفيه واربط في الطرف الآخر خطاف ميزان زبركى . اجذب الميزان ببطء إلى أسفل حتى يرتفع الثقل (المقاومة) بانتظام . اقرأ الميزان لتعرف مقدار القوة اللازمة . ثم علق الثقل مباشرة في الميزان لتعرف مقدار القوة اللازمة لرفعه بدون استخدام البكرة .



(شكل ١٣٣)

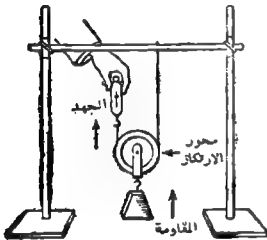
مزايا البكرات

تسمى البكرة المستخدمة بهذه الطريقة بكرة ثابتة ، وهي رافعة من النوع الأول . ولا تكتسب قوة باستخدامها حيث أن الجهد مساو للمقاومة . ولكن نستفيد بها في رفع الأجسام . فإنه من الأسر مثلاً الوقوف على الأرض ورفع علم بواسطة بكرة مثبتة في أعلى سارية العلم عن أن نرفع شخصاً ليثبت العلم في أعلى السارية .

تجربة ١١٨

ما الفائدة المكتسبة من استخدام بكرة مفردة متحركة ؟

علق قضيباً قصيراً أفقياً بين حاملين . اربط أحد طرفي خيط في القضيب



(شكل ١٣٤)

ولف الخيط حول البكرة كما هو مبين في شكل ١٣٤ . وبتثبيت ثقل في البكرة كمقاومة وميزان زبركى في طرف الخيط الآخر ، لاحظ قراءة الميزان (الجهد) عندما يرتفع الثقل . ما مقدار القوة المستخدمة الآن بالنسبة للثقل المرفوع ؟ وفي أى حالة يتحرك الجهد أكثر من المقاومة ؟

تسمى مثل البكرة المستخدمة في هذه التجربة بكرة متحركة . وهي رافعة

من النوع الثانى لأن المقاومة تقع بين الجهد ونقطة الارتكاز . وتقع نقطة الارتكاز عند إحدى نهايتى قطر البكرة كما يؤثر الجهد عند الطرف الآخر لنفس القطر . ويمكنك ملاحظة نفس الشيء عندما يوضع التبن فى الجرن ببساطة مشوكة التبن ، وبذلك فالبكرة المستخدمة هى رافعة من النوع الثانى .

وغالباً ما يرفع العمال الأجسام الثقيلة باستخدام مجموعة من البكرات تحتوى على بكرات ثابتة ومتحركة . وتسمى كل مجموعة من البكرات فيها بمجموعة بكرات ويمكنك رؤية إحداها فى جراج عندما تخرج آلة السيارة من تحت غطاءها . ويمكن لعامل ميكانيكى أن يرفع آلة السيارة لأن قوته تتحرك مسافة أكبر من المسافة التى تتحركها الآلة .

المستوى المائل

وكذلك يعتبر المستوى المائل آلة بسيطة . فانهدار تل يكون مستوياً مائلاً كما أن لوحاً من الخشب يمتد من لورى إلى الأرض هو أيضاً مستوى مائل . ويحتاج إلى قوة أقل لدفع برميل من الشارع إلى لورى بدحرجته على اللوح الخشبى ، من القوة اللازمة لرفع البرميل رأسياً .



(شكل ١٣٥) لا يوفر شغل فى رفع برميل إلى الرصيف باستخدام المستوى المائل ، لكنه يحتاج إلى قوة أقل

تجربة ١١٩

كيف يتم العمل باكثر سهولة باستخدام مستوى مائل ؟

أحضّر لوحاً خشبياً طوله ٤ أقدام وعرضه ٦ بوصات . ارفع أحد طرفيه عن الآخر بمقدار قدم واحدة وثبته فى هذا الوضع ببساطة قطع خشبية قصيرة أو بوضع كتب تحته . اربط ميزاناً زنهريكاً وخيطاً فى لعبة على شكل عربة مسكة حديد تحمل ثقلاً قدره رطل واحد . وحفظ الخيط موازياً للوح الخشبى ، ارفع العربة على اللوح بانتظام . ما مقدار القوة اللازمة ؟ أزد الثقل فى العربة

إلى رطلين وكرر التجربة ولاحظ ثانياً قراءة الميزان . أضف رطلاً ثالثاً وكرر التجربة . ما هي قراءة الميزان الزنبركي ؟

إذا استخدمت لوحاً أطول في رفع العربة المحملة ، فتستخدم قوة أقل لمسافة أطول ولكن الشغل المبذول يكون واحداً . وبذلك تزداد الفائدة الآلية على المسافة . وهذا صحيح في آلات كثيرة .

البريمة

أنت تعرف أن المسامير اللولبية «البريمة» تستخدم في تثبيت قطعتين خشبيتين مع بعضهما أو لتعليق باب في مفصلاته ولكن هناك أنواعاً أخرى من البريمات ، فمثلاً قاعدة لمبة مصباح كهربى ، بريمة بنتوء حلزوني ناعم .

والبريمة عبارة عن مستو مائل حلزوني الشكل . ويتحرك جهد صغير نوعاً مسافة كبيرة لكي يحرك مقاومة أكبر مسافة صغيرة . وبذلك تكبر الفائدة الآلية على حساب المسافة .

تجربة ١٢٠

كيف تعمل نموذجاً لبريمة أو لسمار تثبيت ؟

اقطع مثلاً قائم الزاوية طول قاعدته حوالى ٥ بوصات وارتفاعه حوالى ١٠

بوصات من قطعة من الورق . ضع قلم رصاص على الضلع الأصغر للمثلث ولف الورقة بإحكام حول القلم . فتكون قد حولت الآن مستوياً مائلاً إلى بريمة بسيطة . هل يشبه نموذج البريمة بنتوء مسمار التثبيت الحلزوني ؟



(شكل ١٣٦) يسمى محرك الطائرة أحياناً بالبريمة . وستفهم سبب هذه التسمية إذا حاولت تصور مسار طرفه عندما تتحرك الطائرة إلى الأمام في الهواء . كما أن البريمة في آلة فرم اللحم هي التي تقوم بالعمل .

الكلابة

وهو نوع آخر من الآلات البسيطة . ويتكون من مستويين مائلين متقاطعين ومتحدى القاعدة . ويدفع السطحان المائلان الكلابة تحت المقاومة

بدلاً من دفعها أو رفعها على المستوى المائل . فالأزاميل وأمواس الخلاقة والمخاريث وأسنة السكاكين كلها روافع من نوع الكلابية .

الفائدة الآلية

لقد تمكنت باستخدام آلة في إحدى تجاربك من أن تحرك مقاومة ببطء كانت ضعف قدر القوة التي أثرت بها (الجهد) . وبذلك فقد ضاعفت الآلة جهذك مرتين . ويسمى عدد المرات التي تضاعف بها آلة ما الجهد بالفائدة الآلية . وعلى ذلك تكون الفائدة الآلية لآلتك هي ٢ .

ويمكن إيجاد الفائدة الآلية لأي آلة بسيطة بقسمة المقاومة على الجهد ويمكن التعبير عن ذلك بطريقة أخرى وهي :

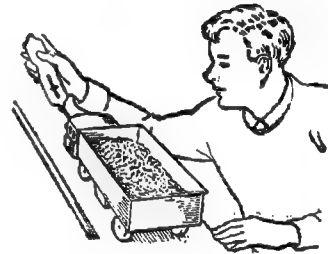
$$\frac{\text{المقاومة}}{\text{الجهد}} = \text{الفائدة الآلية}$$

فإذا زاد خارج القسمة عن واحد فإن قوة تكسب ، أما إذا قلّ خارج القسمة عن واحد فإن سرعة تكسب .

تجربة ١٢١

كيف تعين الفائدة الآلية لمستوى مائل ؟

استخدم نفس الأدوات التي استخدمتها في تجربة ١١٩ . ارفع أحد طرفي اللوح بمقدار قدم واحدة . علق العربّة اللبّية في ميزان زنبركي لتعين وزنها . ثم ضع ثقلاً قدره رطلان في العربّة ولاحظ قراءة الميزان عندما تدفع العربّة وهي محملة على اللوح . احفظ الحيط والميزان موازيين للوح فتكون قراءة الميزان هي الجهد . اقسم وزن العربّة وحملها على قراءة الميزان لتحصل على الفائدة الآلية .



(شكل ١٣٧) قس الجهد والمقاومة المتغلب عليها لتعيين الفائدة الآلية

إذا استخدمت لوحاً طوله ثلاث أقدام ورفعت أحد طرفيه بمقدار قدم واحدة عن طرفه الآخر ، ثم دفعت العربة المحملة على اللوح إلى أعلى لمسافة ثلاث أقدام ، فتكون قد رفعت العربة قدماً واحدة . وقد يمكن هذا اللوح المسائل لرفع مقاومة بثلاث القوة اللازمة لرفعه رأسياً . فتكون فائدته الآلية تساوى ٣ . وبذلك فالفائدة الآلية لمستوى مائل تساوى طول المستوى مقسوماً على ارتفاعه . وعلى كل حال فهذه الفائدة الآلية نظرية فقط وذلك لإهمال الاحتكاك . وبما أن الآلات يجب أن تتغلب على الاحتكاك فإن الفائدة الآلية المقاسة عملياً تكون دائماً أقل من الفائدة الآلية المحسوبة نظرياً .

تبحث المسألة التالية كيف نحاول أحياناً للتخلص من الاحتكاك وكيف نجد أن الاحتكاك نافع في بعض الأحيان الأخرى .

اختبر معلوماتك

- ١ — عرف رافعة ، نقطة ارتكاز ، فائدة آلية ، مجموعة بكرات .
- ٢ — اشرح كيف تميز كلا من الأنواع المختلفة للروافع . واضرب مثلاً لكل نوع .
- ٣ — اذكر بعض الأجهزة الموجودة بمنزلك والتي هي آلات بسيطة .
- ٤ — كيف يمكن زيادة الفائدة الآلية لمستوى مائل ؟
- ٥ — اشرح كيف يمكن زيادة الفائدة الآلية للقرص والعمود للتغلب على المقاومة .
- ٦ — لماذا يمكنك تثبيت « صامولة » على مسمار محوى بمفك أسهل من تثبيتها عليه بأصابعك فقط ؟

المسألة الرابعة - كيف يساعدنا الاحتكاك وكيف يقاومنا ؟

أنت تعرف صعوبة المشي على رصيف مغطى بالجليد لأنه يزلحق ، ولكن عندما ينثر رمل أو رماد على الجليد فلا تنزلق قدمك . لأن الرمل والرماد يسببان احتكاكاً . والاحتكاك قوة تقاوم الحركة . وعندما تريد أن تهبط تلاً على مركبتك الزاحمة ، فإنك تبحث عن منحدر مستو حيث يكون له قوة

احتكاك بسيطة تبطنك . يمكنك أن ترى أن الاحتكاك يكون أحياناً عاملاً مساعداً وأحياناً يكون عاملاً مقاوماً .

سبب الاحتكاك

هناك دائماً بعض الاحتكاك في الآلات التي لها أجزاء متحركة وملامسة لبعضها. يزيد الاحتكاك المقاومة ويبطئ من سرعة الأجزاء المتحركة . فإذا فحمت أى سطح يبدو أملس بعدسة مكبرة قوية ، لوجدت أنه في الحقيقة يشبه التلال والأودية . ففي الأجزاء المتحركة من الآلات ، تدخل هذه التلال المتناهية في الصغر التي تكون على أحد السطحين ، تدخل بإحكام في الأودية المتناهية الصغر التي على السطح الآخر .

الاحتكاك والتآكل

عندما يكون السطح خشناً جداً ، فإنه يحتاج إلى جهد أكبر لدفع أو جذب سطح آخر عليه أكبر مما إذا كان الجسم أملس بالنسبة لبعضهما . ويتحول جزء من طاقة الدفع أو الجذب إلى طاقة حرارية . وإذا تلامس سطحان متحركان بإحكام ، فانهما يتمددان عندما يسخنان ويلتصقان ببعضهما بإحكام حتى إنه يصعب تحريكهما . ويسبب الاحتكاك تآكل السطوح بسرعة ولهذا السبب يريد أن يتأكد والدك أن بعربته كمية كافية من الزيت . فهو يحاول تقليل الاحتكاك حتى تجري العربة بسهولة كما يأمل تجنب التآكل .

أنواع الاحتكاك

هناك نوعان من الاحتكاك : احتكاك تدحرجي واحتكاك انزلاقي . ويحتاج إلى قوة أكبر لانزلاق أو دفع جسم على الأرض من تلك التي تلزم لدحرجته عليها وبذلك فإن الاحتكاك التدحرجي أقل من الاحتكاك الانزلاقي . ولهذا السبب ، إذا وضعت عجلات صغيرة تحت أرجل الأثاث الثقيل ، فيكون انزلاقه أيسر من تحريكه بدون عجلات .

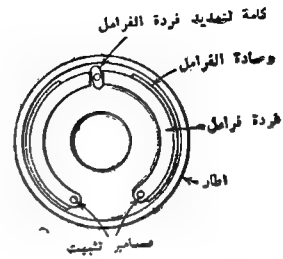
كيف يمكنك المقارنة بين الاحتكاكين التدرجى والانزلاقى ؟

اربط خيطاً فى خطاف صغير أو مسبار ملتو مثبت فى طرف صندوق طباشير مملوء تقريباً بالرمل . استخدم ميزاناً زنبركياً لتعرف مقدار القوة اللازمة لجر الصندوق المحمل على لوح خشبى خشن . والآن ضع الصندوق على عربة سكة حديد (لعبة) أو على قضيب متصل ببيكرات ، وقس القوة اللازمة لدفع العربة على نفس اللوح الخشبى . ما النسبة بين قراءى الميزان ؟

هناك حالات كثيرة فى حياتنا اليومية يظهر فيها مميزات الاحتكاك الانزلاقى . ففى لعبة كرة السلة مثلاً ، فأنت تلبس أحذية ذات نعال مطاطية لتزيد الاحتكاك حتى لا تنزلق قدمك على الأرض . ويلبس لاعبو كرة القدم أحذية زود نعالها بقطع من الخشب أو الحديد لتزداد قوة الاحتكاك بينها وبين الأرض . كما أن الاحتكاك هو الذى يوقف سيارة عندما تستعمل الفرامل . وتحول الفرامل طاقة الحركة إلى طاقة حرارية .

تقليل الاحتكاك

تعتمد قوة الاحتكاك بين الأجزاء المتحركة جزئياً على سرعاتها . ويحتاج إلى قوة أقل لحفظ جسم ما متحركاً إذا كان قد ابتدأ فى الحركة فعلاً ، عن القوة اللازمة لبدء تحريكه . وتقل قوة الاحتكاك فى الفرامل ، عندما تكون السيارة بسرعة ٥٠ ميلاً فى الساعة ، تقل بكثير عنها عندما تجرى السيارة بسرعة ٢٥ ميلاً فى الساعة ، وبذلك تأخذ سيارة بسرعة وقتاً أكبر نسبياً لايقافها عن سيارة مبطئة . ويجب أن يتعلم كل سائق على تقدير المسافة اللازم أن يقطعها حتى يقف فى أمان ، عندما يكون سائقاً بأى سرعة .



(شكل ١٣٨) يعمل الاحتكاك بين إحدى الفرامل والإطار كساعد للأمان فى السيارة

يمكن تقليل الاحتكاك بتلميع السطوح المتماسكة . وهذا يعنى إزالة المرتفعات

والمخفضات الصغيرة جداً . فإذا وضع قليل من الزيت بين سطوح متحركة بعد تلميعها ، فإن الزيت يملأ الأودية وحينئذ تنزلق السطوح على الغشاء الزيتي . ونحتاج الأجزاء المتحركة لكل الآلات التشحيم أو التزييت المنتظم المناسب . وتغطي دائماً عجلات السيارة بالشحم حيث تدور حول المحور . ويستخدم شحم أكثر سيولة على أجهزة تغيير السرعة . وتذكر الشركات الصناعية كل ما يختص بتشحيم الآلات المختلفة ويجب أن تتبع إرشاداتهم .

ويمكن تقليل الاحتكاك تبعاً لأنواع الأجزاء المتحركة في الآلة . فقد صممت دعائم كروية واسطوانية لتجنب الاحتكاك الانزلاقي .



(شكل ١٣٩) تقلل
الدعائم الأسطوانية
الاحتكاك
وقد ظل المهندسون يقومون بتجارب على أنواع
مخصصة لدعائم لا تتأثر بالاحتكاك وتشحم نفسها باستمرار .

الانسياب

ليست كل مشاكل تقليل الاحتكاك قاصرة على الأجزاء المتحركة في الآلات . فإن الماء والهواء يسببان احتكاكاً مائعاً على الأشياء المتحركة فيهما . فعندما تطير الطائرة ، فإنه يجب عليها أن تغلب على احتكاك الهواء . ولهذا بنيت الطائرة طويلة وضيقة وبطرف كليل في الأمام : أي إنها انسيابية . وكذلك صممت السفن السريعة في الماء لتكون انسيابية لتقلل من احتكاك الماء . وعندما صنعت أول قاطرات وسيارات ، كانت تجرى بسرعات منخفضة ولم يكن الانسياب مهماً . ولكن الاحتكاك المائع يزيد بسرعة كبيرة عندما تحرك المركبات بسرعات كبيرة . ويقلل الانسياب الاحتكاك غير المرغوب فيه مع الهواء . لذلك تصمم مركبات النقل الحديثة بشكل أكثر انسيابية .

الكفاية

يمكن للآلة التي لا يكون عليها أن تقاوم كثيراً من قوى الاحتكاك أثناء عملها ، أن تنتج كمية كبيرة من الشغل النافع . ويعتبر المهندسون الشغل المبذول

للتغلب على قوى الاحتكاك كـشغل ضائع . وتقدر الآلات على حسب قدرتها على مضاعفة قوة أو تحويل طاقة . ويمكن استخدام مثل هذا التقدير للتعبير عن كفاية الآلة .

$$\text{الكفاية} = \frac{\text{الشغل الناتج النافع}}{\text{الشغل المبذول للآلة}}$$

ويجب التعبير عن جزأى الكسر بنفس الوحدات ، أى إن كليهما بـرحلات قدم . رطل أو قدم . طن .

وتزداد كفاية الآلة بتقليل الاحتكاك غير المرغوب فيه ، ولا توجد آلة كفايتها مائة فى المائة نظراً لوجود بعض الاحتكاك دائماً . ولذلك يجب إعطاء الآلة شغلاً أكثر مما يمكن الحصول عليه منها كـشغل نافع . وعندما تنتقل القدرة من بكرة إلى أخرى بواسطة الحيط ، يعمل الاحتكاك داخل الحيط عند انمافه حول البكرات على زيادة القوة اللازمة لتشغيل الآلة . وإلى أن تستحدث آلة لا احتكاك فيها ، لا نتظر أن يكون لدينا أية آلة ذات حركة ثابتة المعدل .

اختبر معلوماتك

- ١ — فسر لماذا يكون الاحتكاك فى آلة كبيراً عند ابتداء تشغيل الآلة عنه بعد بدئها .
- ٢ — اضرب أمثلة لاحتكاك نافع ، ولاحتكاك غير مرغوب فيه .
- ٣ — كيف يقلل الاحتكاك فى الآلات ؟
- ٤ — عرف : الانسياب ، الكفاية ، احتكاك مائع .
- ٥ — لماذا لم تخترع بعد آلات ذات حركة ثابتة المعدل .

المسألة الخامسة — كيف تستخدم الآلات فى العمل ؟

لقد رأينا أنه تنتج طاقة حرارية عندما تستخدم الآلات . وربما نشأ الحرارة من الاحتكاك ومن تحول الطاقة الكهربائية ومن احتراق الوقود مثل الفحم والحازولين . وستعرف فى هذه المسألة كيف تحول الطاقة الحرارية الناتجة من الوقود إلى طاقة ميكانيكية .

تسمى الآلات التي يحترق بداخلها الوقود ، بآلات احتراق داخلي .
وتستخدم مثل هذه الآلات في السيارات واللوريات والطائرات والقوارب البخارية
وينتج تقريباً ثلاثة أرباع كل الطاقة في الولايات المتحدة من آلات احتراق
داخلي .

تجربة ١٢٣

كيف تبين أن اشتعال غاز يسبب ضغطاً ؟

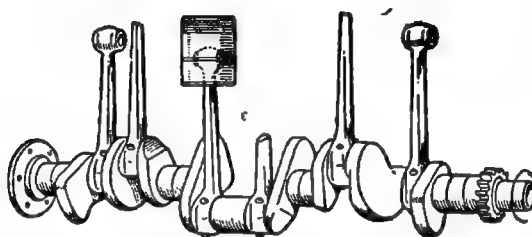
أحضر علبة كبيرة سعة جالون لها غطاء قابل للاحتكاك ، وربما كان
من السهل الحصول على علبة طلاء نظيفة . اعمل ثقباً في الغطاء بوساطة مسمار
كبير . واعمل ثقباً آخر بداخل العلبة بالقرب من قاعدتها ، وليكن الثقب كبيراً
بحيث يسمح بتوصيل أنبوبة توصيل من المطاط من صنبور غاز إليه . أحكم
وضع الغطاء (فوق العلبة) واملأ العلبة بالغاز طارداً الهواء منها . انزع أنبوبة
التوصيل وقرب بسرعة عود ثقاب مشتعل من فتحة الغطاء . فبينما يشتعل اللهب
وينخفض تدريجياً إلى أسفل ، يدخل الهواء من الثقب السفلي ويمتزج بالغاز
في العلبة . ابتعد (إلى الوراء) عن العلبة بحوالى ٦ أقدام على الأقل عندما تنخفض
جداً شعلة اللهب . لاحظ النتيجة . لماذا يذف الغطاء بعيداً عن العلبة ؟

لقد احترق مخلوط الغاز والهواء بداخل العلبة بسرعة كبيرة . وسببت
الحرارة الناشئة تمدد الغاز المحبوس بداخل العلبة . وعندما تمدد أثر بضغط كبير
على الغطاء وكان الضغط كافياً لدفعه في الهواء بعيداً عن العلبة .

استخدام الطاقة الناشئة من اشتعال الوقود

إن الانفجار الذي حدث في تجربتك يشبه الذي يحدث في أسطوانة آلة
السيارة . فإذا كان غطاء العلبة داخل العلبة وعلى ارتفاع يساوى نصف ارتفاعها
عندما دفع بقوة إلى أعلى ، وإذا كان متصلاً بالغطاء رافعة صغيرة ، كان جهاز
تجربتك مشابهاً لأسطوانة سيارة . ولكن في أسطوانة السيارة توجد « العلبة »
مقلوبة بحيث أن « الغطاء » (المكبس) و « الرافعة » (ذراع المكبس) يدفعان
إلى أسفل بضغط الغازات التي فوقها . يضغط الغاز قبل اشتعاله ويوصل ذراع

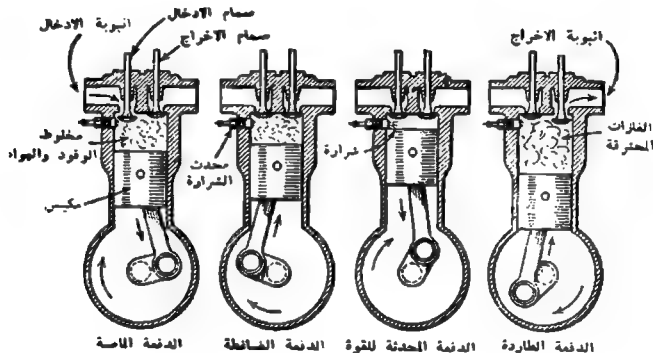
المكبس بمحور كما هو مبين في شكل ١٤٠ وعندما يدور محور الدوران ،



(شكل ١٤٠) ينقل محور الحركة القوة في السيارة .تنقل القضبان الرأسية القوة من المكابس إلى عمود الحركة . ونحور الدوران عادة ستة أو ثمانية مكابس تعطيه دفعات متتالية سريعة . فإنه ينقل طاقته . وبترتيب ست أوثمان من مثل هذه الأسطوانات في صف ، فيمكن التحكم في الدفع إلى أسفل في إحدى الأسطوانات بحيث تكون في نفس الوقت الذي يضغط فيه مخلوط الجازولين والهواء في أسطوانة أخرى . وتتصل عجلة ثقيلة بمحور الدوران ، فيدفع قصورها الذاتي المكابس إلى أعلى لطرد الغازات المحترقة من الأسطوانات .

الآلات ذات الأربع الدفعات (ضربات)

وربما يكون لكل مكبس أربع ضربات . ويحتاج إلى صمام مُدخِل ليُسمح بدخول الغاز ، وإلى صمام مخرج لطرد الغازات المحترقة . ويشعل يحدث الشرارة ، المتصل بمصدر كهربائي ، مخلوط الجازولين والهواء . ومبين في



(شكل ١٤١) يبين هذا الرسم ما يحدث في كل أسطوانة عندما تدور آلة ذات أربع دفعات . هل يمكنك تتبع الأربع دفعات التي تعملها الآلة ؟ لاحظ الصمامات في كل دفعة

شكل ١٤١ بعض الصمامات ومعدات الشرر . ولاحظ أن المكبس على ارتفاع مختلف في كل من الأسطوانات .

ويحدث في كل أسطوانة ، أربع حركات أو دفعات . ففي الدفعة الأولى يفتح الصمام المدخل ويقفل الصمام المخرج . يتحرك المكبس إلى أسفل مقللاً الضغط فوقه ، ويسمح الصمام المدخل بدخول مخلوط الجازولين والهواء في الأسطوانة . ونكون قد تتبعنا الآن الدفعة الماصة . وعندما يصل المكبس إلى قاع الأسطوانة يقفل كلا الصمامين بإحكام ، ويتحرك المكبس إلى أعلى ويضغط على مخلوط الجازولين والهواء الذى فوقه . وتكون هذه هي الدفعة الضاغطة . وعندما يكون الصمامان مقفولين يكون المخلوط تحت ضغط أكبر من مائة رطل على البوصة المربعة وبذلك يكون ساخناً . ويشعل الآن شرارة كهربائية من حدث الشرارة وينفجر ويتمدد . وعندما يحدث هذا ، يتحرك المكبس إلى أسفل ويدير محور الدوران . وهذه هي الدفعة المحدث لل قوة . ثم يدفع القصور الدافئ للعجلة الدائرة ، ويدفع المكبس إلى أعلى طارداً الغازات المحترقة من الأسطوانة خلال الصمام المخرج الذى يفتح الآن . وهذه الدفعة الأخيرة هي الدفعة الطاردة . وتكرر هذه الأربع الدفعات في كل أسطوانة أثناء عمل الآلة .

الأجزاء المساعدة في عملية ادارة الآلة

تحتاج الأسطوانات معاونة أربعة أجهزة . فيجب أن تمتد الآلة بمخلوط الوقود المكون بنسبة ١٥ رطلاً من الهواء إلى رطل من الجازولين . كما أن كربيراتور (جهاز تبخير الجازولين السائل ويخلطه بالهواء) ومضخة ، وأجزاء قصيرة من أنابيب صغيرة معدنية هي الأجزاء المهمة لجهاز الوقود .

ويحتاج إلى زيت لتقليل تآكل جدران الأسطوانة والأجزاء التى تدخل في بعضها بإحكام . ويشمل جهاز التشحيم مضخة زيت وأنابيب لنقل الزيت من مستودع يقع تحت الأسطوانات إلى مواضع كثيرة . ويحدث حرارى عشرين ألف اشتعال في الدقيقة في أسطوانات آلة السيارة .

ويشمل الجهاز الكهربى مولداً كهربياً لشحن البطارية ولأخذ تيار كهربى منه لتشغيل محركات الشرر والنفير والمصابيح الكهربائية عندما تدور الآلة . وتمتد البطارية المرتورة البادىء فى الحركة وأجهزة أخرى بتيار كهربى عندما تكون الآلة غير مدارة . ولا تستخدم كل الحرارة الناتجة من احتراق الوقود لتحريك المكابس إلى أسفل . إذ تنتقل أغلبها بالتوصيل بوساطة الغشاء الزيتى الموجود بين جدران الأسطوانات والمكابس إلى ماء موجود فى أغلفة محيطية بالأسطوانة والصمامات .

ويشمل جهاز التبريد مضخة أيضاً وأجزاء صغيرة من خرطوم من المطاط لنقل الماء الساخن إلى جهاز الاشعاع حيث تفقد الحرارة هناك إلى الهواء الذى يدفع خلال جهاز الاشعاع بوساطة مروحة . ويرجع الماء البارد إلى الأجزاء الساخنة فى الآلة .

آلات الديزل

ليس لآلة الديزل محدث شرارة أو كربوراتير . فى الدفعة الماصة ، يسمح للهواء بالدخول فى كل اسطوانة ويضغط إلى حوالى ١٠ من حجمه ويجب أن تتذكر أن الغازات المضغوطة بسرعة تصبح ساخنة . وفى حالة أكبر ضغط ، يدخل زيت الديزل على شكل رذاذ إلى الهواء الساخن جداً . فتشعل درجة الحرارة المرتفعة (حوالى ١٠٠٠° ف) مخلوط الهواء والزيت . وعندما يشتعل المخلوط ، تتمدد الغازات الساخنة وتحدث ضغطاً كبيراً كافياً لتحريك المكابس إلى أسفل فى دفعاتها المحدثة للقوة .

وآلات الديزل ، فى النقل بالسكك الحديدية ، قادرة على إنتاج نفس الكمية من الطاقة برقع كمية الوقود التى تستخدمها التماطرات البخارية . ويمكن عكس آلات الديزل بعدد من الآلات المعقدة التركيب أقل من التى تستخدم فى الآلات التى تشتغل بالغاز . ويمكنك مشاهدتها مستخدمة فى محارث كبيرة فى المزارع ، وفى آلات رصف الشوارع وفى اللوريات الكبيرة المحملة المسرعة على الطريق .

الآلات البخارية

تعمل قوة تمدد البخار شغلا نافعاً جداً . ولاستخدام طاقة البخار ، يجب اشتعال الوقود ليتحول الماء إلى بخار . وأظنك قد رأيت سبباً من دخان الفحم متصاعدة من قاطرات السكك الحديدية .

تجربة ١٢٤

كيف يمكنك ملاحظة ضغط البخار ؟

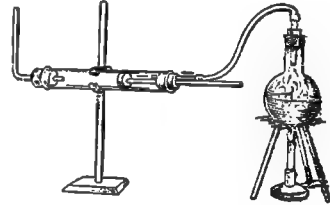
ثبت سدداً مطاطياً عليه طبقة من الشمع في أنبوبة اختبار ، من زجاج البركس ، تحتوى على ماء إلى ارتفاع بوصة واحدة . ولا تحكم قفل الأنبوبة بالسداد . استخدم ماسك أنابيب اختبار لتحمل أصابعك من الحرارة عندما تسخن الطرف السفلى للأنبوبة في لهب شمعة أو في لهب مصباح بنزن بسيط . أبعد السداد عنك عندما يتكون البخار من الماء المغلي . لاحظ تأثير ضغط بخار الماء على السداد . لماذا انزعت السداد بعيداً ؟

عندما تتحول كمية معينة من الماء إلى بخار ، فإن البخار يتمدد حتى يشغل حجماً حوالى ١٦٧٠ مرة قدر حجم الماء . فإذا حبس البخار في الأسطوانة ، فإنه يضغط على مكبس ويحركه بطريقة تشبه الغاز المتفجر في آلة السيارة .

تجربة ١٢٥

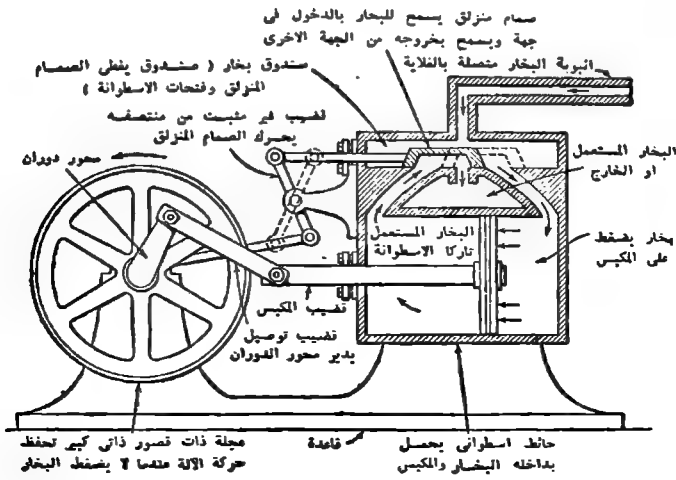
كيف تبين عملياً فكرة الآلة البخارية ؟

ثبت سدداً مطاطياً به ثقبان في أحد طرفي أسطوانة زجاجية قطرها حوالى ٥ سم وطولها ٣٠ سم . وثبت في الطرف الآخر سدداً به ثقبان . وتحتاج الآن إلى مكبس ليدخل بإحكام في الأسطوانة . استخدم ورق سنفرة في إعداد سدادة ذى ثقب واحد حتى تدخل بعد تشحيمها في الأسطوانة ، وتتحرك فيها بسهولة . ركب المكبس المشحم في قضيب خشبي أملس وركب الأجزاء الأخرى (شكل ١٤٢) كما هو مبين في شكل ١٤٢ . ويجب أن تكون الأنابيب الزجاجية المتصلة



(شكل ١٤٢)

بكل من طرفي الأسطوانة محكمة التهوية . صل أنبوبة التوصيل المطاطية لأحد طرفي الأسطوانة واجعل المكبس قريباً من هذا الطرف . وعندما يدفع ضغط البخار المكبس نحو طرف الأسطوانة الآخر ، فإما أن تجذبه إلى مكانه الأول من القضيب الخشبي ، أو صل أنبوبة التوصيل المطاطية إلى الأنبوبة الزجاجية المثبتة في الطرف الآخر للأسطوانة . هل يمكنك عمل الطريقتين ، وهل تشعر بالضغط الذي يبدية البخار المحبوس ؟



(شكل ١٤٣) هل يمكنك تتبع مسار البخار في الآلة ، وهل يمكنك شرح كيف يدير البخار الآلة ؟

تحتاج الآلة البخارية إلى صمامات . وللتحكم في دخول البخار في الأسطوانة لدفع المكبس في اتجاه واحد ، يوصل صمام برافعة مثبتة في العجلة كما هو مبين بشكل ١٤٣ . وفي نفس الوقت يجب أن يفتح صمام ليسمح بخروج البخار من الناحية الأخرى للأسطوانة حتى يقل الضغط والا يضغط عليه المكبس . ويوقف المكبس بمحور الدوران المتصل به عند نهاية دفعته . وفي هذه اللحظة ينعكس الصمامان ويدخل البخار من الغلاية إلى الأسطوانة لدفع المكبس إلى وضعه الأول . وبهذا تتم الدورة ويمكن حدوث هذا بسرعة حتى تدور الآلة بانتظام وتذكر أن القصور الذاتي للعجلة الثقيلة يساعد في فتح وقفل الصمامين في الوقت المناسب .

يمكن للآلات البخارية أن تتحرك عندما تدار . فتنتقل الغلاية ومخزن للماء ومخزن للفحم وأشياء كثيرة أخرى هامة إذا أدار مكبس الآلة البخارية العجلات الأمامية الكبيرة للقاطرة . وتحمل كثير من السفن البخارية الكبيرة المسافرين والبضائع لموانئ بعيدة . ويمكن عكس حركة الآلات البخارية بالتحكم في الصمامات التي تسمح بدخول البخار إلى الأسطوانة وبخروجه منها . ولدفع المكبس في أى اتجاه ، يسمح البخار بالدخول من الناحية الأخرى للمكبس .

ويمكن للآلات البخارية أن تظل ساكنة في مكانها . فتثبت الآلة البخارية في قاعدة من الأسمنت المسلح عندما تستخدم في طواحين قطع الأخشاب أو في المصانع لإدارة الآلات الثقيلة ، كما أنه يستخدم شريط يمر فوق العجلة المتحركة لينقل الطاقة إلى آلات الطباعة أو المضخات أو آلات النسيج أو آلات أخرى .

الترينبات البخارية

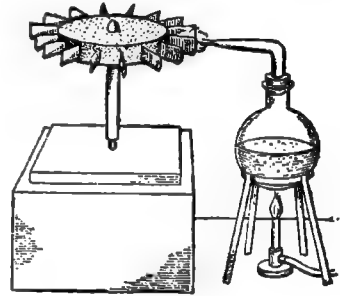
لقد حلَّ التربين البخارى محل بعض الآلات البخارية التي تستخدم الأسطوانة والمكبس . ولأن الآلات البخارية عادة ما تكون كبيرة وثقيلة جداً . وتحتاج الآلة عادة إلى سرعة كبيرة ووزن خفيف . ويحتاج التربين البخارى حيزاً أقل من الآلة البخارية لينتج نفس القدرة . فهو نوع من « الطواحين الهوائية » التي تدار بالبخار الموجه إلى صفائح مثبتة على عجلة .

تجربة ١٢٦

كيف تعمل نموذجاً لتربين مائى ؟

اقطع دائرة خشبية قطرها حوالى ٥ بوصات من قطعة من الخشب لا يقل سمكها عن بوصة . استخدم منشاراً رفيعاً لقطع فتحات على الحافة الدائرية عمق كل فتحة حوالى نصف بوصة وتبعد كل فتحة عن الأخرى بمقدار بوصة . ويمكنك عمل صفائح للعجلة وذلك بقص قطع من الصفائح من علبة صفيح . اقطع الصفائح بحيث يكون طول كل منها حوالى بوصة وعرضه حوالى نصف بوصة ، وأدخلها في الفتحات التي في قطعة الخشب الدائرية . اعمل ثقباً في مركز الدائرة وأدخل فيها قطعة من أنبوبة زجاجية لتقوم بمحور دوران . وباستخدام

أنبوبة مقفول أحد طرفيها ، أو اصهر الطرف المفتوح بوضعه في لُب ، وبتثبيت مسمار في قطعة خشب ، يمكن تثبيت العجلة على المسمار كما هو مبين في شكل ١٤٤ . اثن قليلا الأركان الخارجية

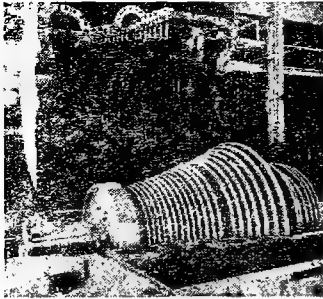


(شكل ١٤٤)

للفنائح . واملأ الدورق بالماء واترك السداد بغير احكام إلى أن يبدأ تكون البخار . قلل اللهب واضغط على السداد بلطف داخل فوهة الدورق . تأكد من أن أنبوبة التوصيل الزجاجية الخارجية من الدورق مسحوبة الطرف ، أى إن

فتحتها ضيقة . ويجب وضع الدورق بحيث يكاد طرف الأنبوبة المسحوب يلمس الصفائح . كيف يمكن التحكم في سرعة العجلة ؟

تحتوى التربينات البخارية الحديثة أحيانا على أكثر من ستة صفوف



(شكل ١٤٥) منظر لتربين بخارى حديث من الداخل

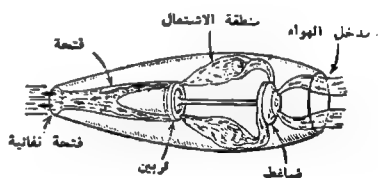
من الصفائح على أجزائها المتحركة ، كما هو مبين في شكل ١٤٥ . ويندفع البخار نحو العجلة الداخلية أولا ثم يوجه بعد ذلك بواسطة صفائح ثابتة إلى داخل الغطاء فوق العجلات المواجهة للمجموعة الثانية من الصفائح ، ثم أخيرا إلى العجلة الكبرى . وفى أثناء ذلك يكون البخار قد فقد معظم طاقته فى الاصطدام بصفائح العجلات ثم يرد بعد ذلك إلى الغلاية ليسخن ثانيا .

ويفضل التربين على الآلة البخارية لأغراض كثيرة . فله أجزاء متحركة أقل وبذلك فالاحتكاك أقل وبذلك يكون أكثر كفاية . ولأنه يدور بسرعة كبيرة ، فيحتاج إلى أجهزة تغيير السرعة لنقل الطاقة إلى مثل الآلات البطيئة الحركة كمحركات الزوارق . ويمكن لتربين بخارى أن يدير مولدا كهربيا

يغذى بالكهرباء موتوراً يستخدم في إدارة محرك سفينة . وتستخدم قاطرات السكك الحديدية مثل هذه التربينات البخارية التي تدير مولدات كهربية .

التربينات الغازية

التربين الغازي أبسط بكثير من التربين البخاري . فيدفع هواء مضغوط في حجرة احتراق حيث يشتعل وقود من الزيت أو مسحوق الفحم بسبب درجة حرارة الهواء المضغوط الكبيرة . فتدير



الغازات المتمددة من الاشتعال تربيناً يقع خلف حجرة الاحتراق . ويمكن أن تكبر التربينات الغازية أصغر حجماً

(شكل ١٤٦) شكل يبين مرور الهواء من التربينات البخارية التي لها نفس القوة. والوقود خلال تربين غازي صغير . كما أنها لا تحتاج إلى غلايات وتصل إلى أقصى سرعة لها بسرعة كبيرة . وكذلك فإن التربينات الغازية أخف وزناً من التربينات البخارية وقد استخدمت الآن في السفن ، والقاطرات وبل في الطائرات أيضاً .

آلات رد الفعل

هناك نوع آخر من الآلات يستخدم فيما يسمى غالباً بالطائرات النفاثة . والطائرات النفاثة لا تحتاج في تحريكها إلى محركات . وهي تتحرك بسرعة كبيرة حتى إنها تختفي عن النظر بينما تظل تسمع أصواتها الحادة . وتسمى آلة الطائرة النفاثة بآلة رد فعلية .

تجربة ١٢٧

كيف تبين الفكرة الأساسية لآلات رد الفعل ؟

انفخ في بالون من المطاط حتى يمتلئ ويشد بقوة . أمسك رقبة البالون بين إبهام وإصبع وأبعد فوهة البالون عنك ووجهه إلى أعلى قليلاً . افتح يدك ولاحظ حركة البالون . لماذا تحرك البالون ؟

فعندما تركت البالون ، خرج بعض الهواء منه ، واختلفت الضغوط بداخل البالون . ولم يكن فقط الهواء المندفع خارج البالون هو الذى يدفع هواء الحجرة ، ولكن كان أيضاً ضغط الهواء داخل البالون أكبر من ضغط الهواء أمامها (أو فوق فوهتها) وبذلك تحركت إلى الأمام . وهى نفس الفكرة المستخدمة فى إطلاق صواريخ إلى ارتفاعات شاهقة . يحرق الكيروسين أو الجازولين فى هواء مضغوط بالقرب من وسط الطائرة وتندفع الغازات الساخنة على تربين ومنه إلى فتحة الخروج الكبيرة . وفائدة التربين هنا هو ضغط الهواء قبل إدخال الوقود على شكل رذاذ فيه .

وعند إضافة تربين فى طائرة نفثة ، فتسمى الآلة حينئذ تربين نفث . وربما يكون لمثل هذه الآلة محرك متصل بالتربين وتصله دفعات نحو الأمام من الغازات الساخنة التى تترأر وهى خارجة من فتحة الخروج .

وتستخدم الآن كل الآلات الحرارية الى وصفها . ويعتمد تفضيل أى من هذه الأنواع العديدة على الظروف المستخدمة فيها . وهى تحتاج إلى وقود مختلف وكميات هائلة من الفحم والجازولين ومنتجات البترول لإشعالها . ويجب استخدام مصادرنا الزوقودية والمواد الأخرى التى نستخرجها من الأرض بحكمة لئلا نكتفينا من استخدام الآلات التى تقوم بأعمال كثيرة فى عالمنا .

اختبر معلوماتك

- ١ — عرّف : آلة احتراق داخلى ، تربين نفث ، آلة ساكنة ، آلة رد فعل .
- ٢ — كيف نستخدم آلات السيارات لتحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية ؟
- ٣ — ما هى مميزات آلات الديزل على آلات الجازولين عندما تستخدم فى لوريات لنقل البضائع ؟
- ٤ — صف تركيب آلة بخارية وقارن بينها وبين تربين بخارى .
- ٥ — كيف تشتغل آلة تدار بالجازولين ؟

- ٦ - لماذا تحتوي معظم الآلات على عجلة ثقيلة ذات قصور ذاتي كبير ؟
 ٧ - ما هي الأربع الأجهزة الهامة في كل آلات السيارات ؟ أذكر الأجزاء الأساسية لكل جهاز .
 ٨ - اشرح كيف يحدث مكبس آلة يتحرك في خط مستقيم ، حركة دائرية .

الآلات والطاقة

كثيراً ما نقرأ أن هناك خطراً من أن تنفد مصادرها للطاقة . وكذلك حدثنا من النقص الذي لدينا في أنواع الوقود المختلفة . ومع ذلك فيقول لنا العلماء إن طاقة الوقود لا تخلق ولا تفتنى ولكن تتحول إلى صورة أخرى من صور الطاقة .
 تنقل الآلات أحياناً القوة وغالباً ما تغير اتجاهها . عندما تضغط مفاتيح الآلة الكاتبة ، فيصطدم ذراع الآلة بالورقة . وبذلك فقد انتقلت الطاقة الميكانيكية المستخدمة في ضغط المفتاح إلى ذراع الآلة . في حين أن المفتاح يضغط إلى أسفل ، وذراع الآلة يتحرك إلى أعلى .

وتساعد آلات أخرى ، كالمولد الكهربى ، في تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربية وكذلك تتحول الطاقة الكيميائية داخل محرك السيارة إلى طاقة ميكانيكية عندما تتحرك السيارة . وكذلك تحول الآلة الطاقة الكيميائية للجازولين إلى طاقة ميكانيكية أو حركة .

وعموماً ، تستخدم الآلات قوى لتحريك الأشياء . وتكون غالباً قيمة آلة مخترعة حديثاً في أنها تولد قوة تقوم بالعمل أفضل من غيرها . وسيكون هناك حاجة دائماً إلى الاختراعات . وكن مستعداً لتحسن استخدامك للآلات سواء في التحكم فيها وفي نقلها وفي تحويلها للطاقة .

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الأولى

تؤثر قوة الجاذبية على كل الأشياء التي على سطح الأرض .
 يعبر عن قوة جذب الأرض لجسم ما ، بوزنه .
 قد قيست قوة الجاذبية بغاية الدقة .

ينتج أى جسم متحرك ، إلى أن يظل متحركاً . ويتجه أى جسم في حالة سكون أن يظل بلا حركة . وتسمى هذه الخاصية بالقصور الذاتي .
تحاول القوة الطاردة المركزية أن تجعل الجسم المتحرك في دائرة بعيداً دائماً عن مركز الدوران ، وهى تتعادل مع القوة انداخلة المركزية التى تحاول عدم تغيير مسار الجسم .

المسألة الثانية

يمكن للآلات أن تزيد السرعة ، وأن تزيد القوى . ولا توفر العمل .
تستطيع الآلات نقل الطاقة وتحويلها .
يبدل شغل فقط عندما تحدث قوة مؤثرة حركة .
يقاس الشغل بالقدم . باوند أو قدم . طن أو كيلوجرام . متر أو برحدات .
أخرى مناسبة .
القدرة هى معدل بذل الشغل ، ويدخل فيها عامل الزمن . وقدرة حصان واحد تساوى ٥٥٠ قدم . باوند في الثانية .

المسألة الثالثة

الروافع هى آلات بسيطة وهى من ثلاثة أنواع . وهى مقسمة تبعاً لموضع محور الارتكاز بالنسبة للجهد والمقاومة .
الآلات البسيطة الأخرى هى القوس والعمود ، والبكرة ، والمستوى المائل ، والبريمة والكلابة .
الفائدة الآلية لآلة بسيطة هى النسبة بين المقاومة والجهد .

المسألة الرابعة

أحياناً يكون الاحتكاك مرغوباً فيه ، ويقلل الاحتكاك غير المرغوب فيه بالتشحيم وباستخدام سطوح مصقولة وبالأنسياب .
الاحتكاك التدرجى أقل من الاحتكاك الانزلاقى .

المسألة الخامسة

تحول الآلات الحرارية الطاقة الكيميائية إلى طاقة ميكانيكية .

لكثير من آلات الاحتراق الداخلى أربع دفعات : ماصة ، ضاغطة ، محدثة للقوة ، وطاردة .

تساعد أربعة أجهزة أساسية فى إدارة آلات السيارات وهى جهاز وقود وجهاز تشحيم وجهاز كهربى وجهاز تبريد .

تسمح آلات الديزل بدخول الوقود إلى اسطواناتها بعد أن يسخن الهواء بالضغط ، ويمكنها إنتاج طاقة أكبر من وقود رخيص عما فى حالة آلات الجازولين (البنزين) .

تستخدم الآلات البخارية قوة تمدد غاز محبوس لتحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة ميكانيكية .

تستخدم التربينات البخارية عجلة ذات صفائح بدلا من المكابس .

أسئلة للمناقشة

- ١ - هل يمكن بذل شغل بدون تحريك أى شئ ؟ وضح إجابتك .
- ٢ - كيف نستخدم الآلات لتحريك الأجسام الثقيلة ؟
- ٣ - تتبع الفائدة الآلية لآلة ديزل من الشمس التى هى مصدر الطاقة .
- ٤ - اذكر شكلين للمستوى المائل .
- ٥ - اذكر الفائدة العامة للآلات .
- ٦ - إذا أعطيت أى آلات تختارها للاستخدام ، فكيف تحمل لوريا ارتفاعه ٤ أقدام فوق سطح الأرض ، بصندوق وزنه ٣٠٠ رطل ؟
- ٧ - لماذا تثبت المسامير البريمة قطعتين من الخشب ببعض جيداً أحسن من المسامير العادية ؟
- ٨ - لماذا تكون أذرع مقص الشجر طويلة ؟
- ٩ - لماذا يكون من المستحيل الحصول على آلة كفايتها ١٠٠ فى المائة ؟
- ١٠ - لماذا تسمى آلة السيارة بآلة الأربع الدفعات ؟
- ١١ - اشرح كيف يكون الاحتكاك مرغوباً فيه وغير مرغوب فيه لسائق لورى أو سيارة .

- ١٢ - اشرح كيف تفقد الطاقة في بعض الآلات البسيطة .
- ١٣- أى ذراع تعمل شغلا أكثر عندما تستخدم مكنسة لكنس رصيف أو أرض ؟ وضح إجابتك .

تعرين على حل المسائل

ربما يحتاج صنع سيارة سريعة إلى معلومات علمية أكثر مما يتخيله أى شخص . ففي منتصف صيف كل عام ، يراقب أكثر من مئتين ألف من المتفرجين فى اكرون بأوهايو ، حراى مائة وخمسين ولداً يهبطون تلا بسرعة فى سباق « صندوق صابون أمريكى » .

ولقد بنى الأولاد سياراتهم الانسيابية بدون مساعدة اللهم إلا إرشادات الكبار لهم . واشتغل كثير من الأولاد ، الذين تتراوح أعمارهم بين إحدى عشرة سنة وخمس عشرة سنة ، لعدة أشهر قبل حصولهم على شرف تمثيل بلدتهم فى مسابقات أكرون . ويختبر بعض الأولاد نماذجهم فى أنفاق حتى يطمثنوا إلى سلامة تصميمهم .

وفى بدء مسابقات البطولة ، تصف السيارات الصغيرة كل ثلاث منها أمام ألواح حاجزة . ويسقط جهاز الابتداء الألواح الحاجزة وذلك بجذب رافعة . وحينئذ تنطلق السيارات من على قمة مسترى مائل طوله ألف قدم . وهناك جهاز كهربى يقيس الزمن الذى تأخذه كل سيارة فى هبوط المنحدر الطويل .

ومنذ بضعة أعوام ، ساق الفائز فى سباق أكرون سيارة طليت سطرحتها الخارجية بالجرافيت . ولم يكتفى بطلاء سيارته بمسحوق الجرافيت ، بل إنه طلى وجهه أيضاً . والجرافيت مادة سرداء لينة تستخدم لتشحيم الآلات . وفى العام التالى كان كثير من سيارات السباق قد طليت بالجرافيت بحيث أن الذين لمسوها وجدوا أنها زلقة جداً .

ولن تسمح لجنة التحكيم بعد الآن باستخدام الجرافيت بهذه الطريقة فى سباق أكرون .

أى من هذه التعبيرات تعتقد أنها صحيحة ؟

(أ) نصرفت لجنة التحكيم بحكمة فى منع استخدام الجرافيت لطلاء سطوح سيارات السباق .

(ب) ما كان للجنة التحكيم أن تمنع استخدام الجرافيت على سطوح سيارات السباق .

اختر من التعبيرات الآتية ما توافق عليه .

- ١ — الطلاء الأسود يسبب نفس التأثير كسحوق الجرافيت .
- ٢ — السطوح الملساء تلقى مقاومة من الرياح أقل من السطوح الخشنة .
- ٣ — وزن سيارة السباق وسائقها هما العاملان المهمان المؤثران فى سرعة السيارة .
- ٤ — اللون الأسود يمتص حرارة أكثر من الشمس . وبذلك تزداد سرعة سيارة سباق سوداء .
- ٥ — يملأ الجرافيت مسام السطح ويحسن الانسياب .
- ٦ — إذا كانت سيارة الفائز قد طليت بلون أبيض : فمن المحتمل أن الأولاد كانت تظلى سياراتهم باللون الأبيض فى العام التالى .
- ٧ — يجب أن تسمح لجنة التحكيم للأولاد بتجربة أى طلاء يختارونه لطلاء سطوح سياراتهم .
- ٨ — حجوم عجلات سيارات السباق أهم من لون طلاء السيارات .
- ٩ — السطوح المغطاة بالجرافيت تكون زلقة وربما تسبب حوادث .
- ١٠ — الجرافيت يكون ساماً إذا وضع على الجلد .

الوحدة الثالثة

أشياء أخرى لك لتفعلها

تقارير يمكنك أن تعدها

- ١ - يوم في منجم فحم .
- ٢ - الحرارة من الطاقة الذرية .
- ٣ - كيف يحصل على بترول الوقود .
- ٤ - كيف يحضر الغاز الصناعي .
- ٥ - كيف تصنع عيدان الثقاب .
- ٦ - المواد العازلة في المساكن .
- ٧ - كيف تحفظ الملابس أجسامنا دافئة أو باردة .
- ٨ - ضرر الحريق .
- ٩ - كيف تحفظ المباني من الحريق .
- ١٠ - تاريخ الإضاءة .
- ١١ - توماس ادیسون والضوء الكهربائي .
- ١٢ - تاريخ التصوير .
- ١٣ - أهمية الألوان في حياتنا الحديثة .
- ١٤ - أهمية الضوء للصحة .
- ١٥ - مقالا عن تاريخ حياة أى من العلماء الآتين :-
أندرية . م . أمبير ، بنيامين فرانكلين ، ميشيل فاراداي ، لويجي جلفاني ،
يوسف هنري ، جورج س . أوم ، الساندر و فولتا ، جيمس وات .
- ١٦ - كيف تصنع علامات النيون .
- ١٧ - تحسينات جديدة في إضاءة الطرق .
- ١٨ - استخدام موانع الصواعق على المباني .

- ١٩- الحصول على كهربا من الطاقة الذرية .
- ٢٠- فوائدا الكهربا فى المزرعة .
- ٢١- تاريخ الرافعة .
- ٢٢- الآلات المستخدمة فى المزرعة .
- ٢٣- اختراع ماكينة الخياطة .
- ٢٤- اختراع آلة الحصاد .
- ٢٥- الآلات ذات الحركة الثابتة المعدل .
- ٢٦- مقالة عن أحد العلماء الآنيين : ارشميدس ، لورد كلفن .
- ٢٧- كيف تطفى الأشياء بالكهربا .
- ٢٨- الآلات التى تعمل بالسولار .
- ٢٩- استخدامات المغناطيسات الدائمة .
- ٣٠- كيف تصنع المراكم .
- ٣١- مولدات هيدروكهربية .
- ٣٢- كيف ساعدت الت . ف . ا . كثيرا من المجتمعات .

الكتب التى ننصح بقراءتها

"Seeing the Invisible. Gessner G. Hawley. Knopf, 1945".

أخذت بعض الصور الفوتوغرافية غير العادية باستعمال ميكروسكوب الكترولنى ، جعلت الكتاب مرجعاً قيماً لتاريخ واستخدام جهاز لدراسة أجزاء علمية .

"Tomorrow's House. George Nelson and Henry Wright. Simon and Schuster, 1945".

وصف كثير من الأجهزة العلمية الحديثة لتدفئة وإضاءة المنزل الحديث وعرض صور لها .

"Light. Bertha M. Parker. Row, Peterson, 1941".

ستجد فيه وصفاً غير علمى للعين البشرية وتكيفها للضوء المنعكس والمنكسر .

"Everyday Machines and How They Work. Herman Schneider. McGraw Hill, 1951".

يصف بعض الأجهزة المستخدمة في المنزل وبصاحب الشرح صور بديعة.

"Boy and a Battery. Raymond F. Yates. Harper 1942".

يحتوي الكتاب على تجارب مشوقة لعمل بطارية وتوصيلها والتحكم في طاقتها ومشروح أيضاً العلاقة بين الكهرباء والمغناطيسية . ومعطى فيه أيضاً إرشادات ورسومات لعمل موتور كهربى مستخدماً أدوات رخيصة .

"Binoculars, Field Glasses and Telescopes. Superintendent of Documents : Catalog No. W 1.35 : 9-1580/3. 1949. 50 cents.

تبين صور هذا الكتيب كل جهاز بأجزائه المكونة له وهى مفككة . معطى فيه إرشادات لتجميع الأجزاء وكيف تعمل أجزاء الجهاز عند الحاجة وخطوات ضبط الجهاز الأساسية للاستعمال الصحيح .

"Electricity. Catalog No. N. 17.25 El 2/8/950. 1950".

كتاب أساسى كمرجع للمبتدئين شارحاً قوانين الكهرباء وأنواع الدوائر الكهربائية . كما يشرح الصمامات ، محولات الجهد ، المولدات الكهربائية ، أجهزة القياس ، والموتورات .

"Fundamentals of Diesel Engines. Catalog No. N 17.2:D56.

1947".

مشروح في هذا الكتيب وموضح بالصور تركيب آلات الديزل وعمامها وأجهزة إدارتها وأجهزة تغيير السرعة والدعائم التى ترتكز عليها الأجزاء المتحركة فيها وأجهزة التحكم فيها .

"Principles of Automotive Vehicles. Catalog No. M 101.

19:9-278. 1947".

فيه مقالات بسيطة عن الآلات التى تتحرك ذاتياً . مشروحة أنواع كثيرة من الآلات وأجهزتها الكهربائية والأجهزة الناقلة للقوة .

بحوث يمكنك ان تقوم بها

- ١ - كيف تظهر عادة إعلانات أجهزة الإضاءة في المجلات والجرائد ؟
- ٢ - كيف تظهر عادة إعلانات أجهزة التدفئة في المجلات والجرائد ؟
- ٣ - كيف يمكن عمل آلة تصوير ذات ثقب وكيف تستخدم للتصوير ؟
- ٤ - تبين طرق الإضاءة في منزلك وكون فكرة لتحسينها إن أمكن .
- ٥ - تبين طرق الإضاءة في مدرستك وتبين ان كانت مناسبة .
- ٦ - كيف يمكن عمل تلسكوب بسيط .
- ٧ - كيف يمكن التقاط صور من ميكروسكوب .
- ٨ - تبين جهاز التدفئة الذى فى منزلك .
- ٩ - تبين جهاز التدفئة الذى فى مدرستك .
- ١٠ - ابحث عن مصادر للحريق فى منزلك أو فى المدرسة وفكر فى إزالتها .
- ١١ - تعلم قراءة عداد الغاز وعداد الكهرباء .
- ١٢ - اختبر كفاية زجاجة ترموس فى حفظ حرارة الأشياء الساخنة وحفظ برودة الأشياء الباردة .
- ١٣ - قس قدرة جسمك بوحدات قدرة الحصان ، بحساب الزمن الذى تأخذه فى أثناء صعودك السلم جرياً .
- ١٤ - ادرس استخدام الآلات البسيطة التى فى بعض الأجهزة المعقدة كالألة الكاتبة ، ماكينة الخياطة أو الساعة .
- ١٥ - كيف يمكن عمل بوصلة بآبرة وقطعة فلين ؟
- ١٦ - كيف يمكن عمل الكترولوسكوب ؟
- ١٧ - اعمل مقطعاً للتيار الكهربى .
- ١٨ - اخذ عموداً جافاً من بطارية وادرس تركيبه .

- ١٩ - اعمل بوصلة من سن منشار خشب .
- ٢٠ - كون خلية لطلاء النحاس بالكهرباء مستعيناً ببطارية ، بعض كبريتات النحاس وجسم لطلائه .
- ٢١ - اعمل موتوراً كهربياً بسيطاً .
- ٢٢ - ابحث وارسم الدوائر الكهربائية التي في منزلك .
- ٢٣ - ادرس جهاز الجرس الكهربى الذى بمنزلك أو فى المدرسة .
- ٢٤ - اكشف جزءاً من مركب مستخدم وادرس تركيبه وطريقة عمله .



المجموعة الرابعة

كيف يجعل العالم المناصير

- ١١ - أحداث الصوت والتحكم فيه
- ١٢ - الاتصال بجيراننا
- ١٣ - الانتقال من مكان الى آخر

نظرة إلى الأمام

إذا كنت قد وقفت مرة على شاطئ غدير هادئ أو بحيرة هادئة وقد دفنت بحجر في الماء ، إذن لشاهدت كيف قد تكونت موجات وكيف انتقلت هذه الموجات إلى الشاطئ . ربما لا تستطيع سماع صوت هذه الموجات ولكنك تستطيع سماع صوت بوق سيارة ، وأزيز موتور طائرة ، أو صوت شخص ما . وتنتج الأصوات التي نسمعها من اضطرابات في الهواء تشبه كثيراً الاضطرابات التي يحدثها اصطدام حجر بماء الغدير .

وقد ربطت الأماكن البعيدة ببعضها وانكشفت المسافات إلى لا شيء باستخدام التلغراف والتليفون . فتحمل الأسلاك رسائلنا في صورة دفعات من الطاقة الكهربائية فأسلاك الاتصال في العالم هي طرق سريعة جداً لنقل الطاقة السريعة من مكان لآخر .

يمكننا اللاسلكي والراديو والتليفزيون من إرسال الأفكار والحوادث بسرعة الضوء . وفي الحقيقة ، فإن شخصاً ما يستمع إلى جهاز الراديو يستطيع أن يسمع مذياع الراديو قبل أن يسمعه الحاضرون في الاستوديو . وتنتقل الطاقة في الفراغ بسرعة كبيرة لدرجة أنه يمكن رؤية الحوادث التي تفصلها عنا محيطات وقارات في الحال على التليفزيون . وقد أصبحت عجائب اليوم حقائق واقعة لأن الإنسان قد تعلم كيف يتحكم في الطاقة وكيف يرسلها .

وإلى عهد قريب ، كان الناس يعتمدون على قوة العضلات في الانتقال . فمشوا وركبوا الدراجة أو استخدموا حصاناً وعربة للانتقال من مكان لآخر . وبعد ذلك أحدثت التطورات في الآلات البخارية وآلات الحازولين والديزل انقلاباً في وسائل النقل . واليوم ربطت طرق الملاحة السريعة وخطوط السكك

الحديدية وخطوط الطيران الأماكن البعيدة على سطح الأرض ربطتها بعضها ببعض .

ولقد حقق الإنسان اليوم السفر بسرعة ١٢٠٠ ميل في الساعة باستخدام طائرات ذات محركات نفثة ، وليس ببعيد ذلك اليوم الذى يتمكن فيه الإنسان من السفر حول العالم فى أقل من عشرين ساعة . كما أن العلماء قد ذكروا جدياً فى إرسال صاروخ إلى القمر . وحقيقة فإن تحكم الإنسان فى الطاقة للنقل والاتصال لصفحة مثيرة فى قصة الطاقة (١) .

(١) لقد حقق القمر الصناعى مكان الدوران حول الأرض فى ساعة ونصف بسرعة ١٨٠٠٠ ميل فى الساعة - المترجم

١١ أحداث الصوت والتحكم فيه

نحن نعيش في عالم من الأصوات . فبعضها نغمات موسيقية تثير
البهجة وبعضها نشاز مزعج . فإذا كنت تسكن في مدينة وزرت الريف لبضعة
أيام فسيظهر لك بسرعة أن حشرات الكريكت والكاتديد تطن ليل نهار وربما
تسمع نقيق الضفادع وتغريد الطيور من وقت لآخر . وقد يفتقد القادمون
من المزارع الذين يزورون أصدقاءهم في المدن ، هذه الأصوات التي ألفوها
لما يسمعون من أبواق السيارات وضوضاء العمال الذين يصالحون الشوارع
والأصوات المنبعثة من أجهزة الراديو من مساكن الجيران القريبة .

وقد انقضت سنين عديدة في إجراء تجارب ، في صبر وأناة ، لعمل
أجهزة تستخدم الآن لتسجيل الأصوات حتى يمكن سماعها ثانية في أى وقت
نشاء . وربما تقدم اسطوانات الفونوغراف والأشرطة المغناطيسية لأجهزة التسجيل
بعض المساعدات لفصول دراستك في دراسة العلم واللغات والتاريخ والمواد
الأخرى .

المسائل التي سوف نعالجها

- ١ - كيف يحدث الصوت ؟
- ٢ - كيف تختلف الأصوات ؟
- ٣ - كيف يمكننا أن نسمع ؟
- ٤ - كيف تحدث الآلات الموسيقية الأصوات ؟
- ٥ - كيف تسجل الأصوات وكيف يمكن إعادة سماعها ؟

المسألة الأولى - كيف يحدث الصوت ؟

تستطيع أن تحذر الخطر أحياناً لقدرتك على سماع الأصوات . كما تزداد معرفتك بأحوال العالم باستماعك إلى محطات الإذاعة بالراديو . كما يمكن قضاء وقت التسلية بالاستماع إلى برامج موسيقية . وربما تأتيك معلومات عن عملك المستقبل من حديث بالراديو . ولولا الصوت لكان عالمنا مختلفاً جداً عما هو عليه الآن .

ستتعلم في هذه المسألة كيف تحدث الأصوات وكيف تصلك . وستكون دراستك لعلم الصوت متصلة بمعلوماتك عن الهواء . وتأتيك أصوات كثيرة من اضطرابات في المحيط الهوائى الذى نعيش فيه .

تجربة ١٢٨

كيف يمكنك عمل اضطراب في الهواء ليحدث صوتاً ؟

اقطع شريطاً من المطاط وأمسك أحد طرفيه بين أسنانك وشده بإحدى يديك حتى يصير طوله بضع بوصات . اجذب وسط الشريط بيدك الأخرى مسافة بوصة واحدة في اتجاه ثم اتركه . هل يتذبذب الشريط ؟ هل يحدث صوتاً ؟

ثبت قضيباً معدنياً في منجلة وانثر زيت التربنتين النقي على قطعة قماش وادلك القضيب بوضع قطعة القماش عليه واجذبها نحو أحد طرفيه ولاحظ ما يحدث .

انثر قطعاً صغيرة من الفلين على قاعدة طبله واقرها بشدة بوساطة عصاة الطبله . ماذا ترى ؟ وماذا تسمع ؟

مصدر الأصوات

تنشأ الأصوات بتذبذب الأجسام . فعندما طرقت الطبله في التجربة السابقة ، رأيت أن قطع الفلين الصغيرة قد تطايرت من فوق الطبله . ونتج

كل الأصوات التي تسمعها من جسم متذبذب في مكان ما . ويتحرك الهواء المحاور للجسم المتذبذب وتنتشر موجات صوتية في كل اتجاه . وأنت تعرف أنه يمكن سماع قرع الطبل في كل مكان حول الطبل - إلى يسارها وإلى يمينها وكذلك فوقها .

تجربة ١٢٩

كيف يمكنك دراسة تأثير موجة صوتية ؟

املاً كوباً إلى قرب حافتها بالماء . قرب إحدى شعبي شوكة رنانة من سطح الماء . لاحظ أى تأثير يحدث . اطرق الشوكة الرنانة على سداد من المطاط والمس إحدى شعبي الشوكة بسطح الماء . ماذا يحدث في مكان تلامس الشوكة الرنانة مع الماء ؟

لم يحدث شيء عندما قربت الشوكة الرنانة من ماء الكأس في المرة الأولى . وبعد طرق الشوكة الرنانة بالسداد المطاطي ، أمكنك سماع الصوت الناتج من تذبذب الشوكة الرنانة . كما أمكنك أيضاً رؤية اضطراب سطح الماء عندما لامست الشوكة المتذبذبة الماء . وربما رأيت أيضاً قطرات دقيقة من الماء ترتفع في الهواء دالة على أن الشوكة الرنانة كانت متذبذبة عندما سمعت الصوت .

موجات الصوت

ينتقل الصوت على شكل موجات . ولعله سبق لك أن قذفت حجراً في غدير ماء ساكن ولاحظت موجات دائرية تنتشر بسرعة على سطح الماء . وأعطتك هذه التجربة صورة لطريقة انتقال

الصوت بواسطة موجات . ومبيناً نفس التأثير في شكل ١٤٧ . عندما يهتز جسم في



(شكل ١٤٧) تنتشر الموجات الصوتية الهواء تبدأ جزيئات الهواء في التحرك جيئة وذهاباً بين الجزيئات القريبة لها على حساب تذبذبات الجسم فتحدث صوتاً . وكما هو مبين في شكل ١٤٧ ، تكبر موجات الصوت عندما تكون طاقة المادة المتذبذبة متجهة إلى الخارج .

انتقال الصوت

تنقل الأصوات في الأجسام الصلبة والسائلة والغازية . وربما قد قرأت أن الجواله الهندية اعتادت أن تضع أذنًا صاغية على الأرض ان كان هناك شيء مقرب . وربما قد رأيت أيضاً عاملاً ميكانيكياً يضع أنبوبة صفيحة زيت فارغة مواجهة لآلة ليتبين الأصوات التي تحدثها الآلة . وربما قد سمعت أثناء سباحتك ورأسك تحت الماء ، شخصاً ما يضرب حجرين بعضهما ببعض . فقد عرفت من مثل هذه التجارب أن الأجسام الصلبة والسوائل تنقل الصوت جيداً .

تجربة ١٣٠

كيف تثبت أن الخشب ينقل الصوت

ضع أحد طرفي مسطرة خشبية طولها متر ملاصقة بإحكام لإحدى أذنيك . دع أحد زملائك يخدش طرف المسطرة الآخر بأحد أظافره . فهل تسمع صوت الخدش ؟

ضع مسطرة خشبية ملاصقة لأذنيك واخدش المسطرة بأظافرك في أي مكان . هل تسمع صوت الخدش ؟ ثبت المسطرة على بعد حوالي ٦ بوصات من أذنيك ثم اخدش الخشب . ماذا تلاحظ ؟

لقد سمعت الصوت جيداً عندما كان الخشب ملاصقاً لأذنيك . ومن هذه التجربة يمكنك استنتاج أن الخشب أحسن من الهواء في نقل الصوت .

تجربة ١٣١

كيف يمكنك اثبات أن الهواء ينقل الصوت ؟

إذا كان في معمل مدرستك ناقوس زجاجي ومضخة هوائية ، ضع الناقوس فوق ساعة منبه به جرس يدق . استخدم المضخة لتفريغ ما يمكن إفراغه من هواء الناقوس فإذا وجدت أن الجرس ما زال يدق ، أدخل هواء تحت الناقوس مرة أخرى . لماذا يظهر الآن أن الجرس يدق بصوت أقوى عن ذي قبل ؟

في أثناء تفريغ الناقوس من الهواء ، كان صوت دقات الجرس يخفت .
رويداً رويداً ، وعندما أدخل الهواء في الناقوس ، اشتد الصوت .

سرعة الصوت

عندما تكوّن قاطرة على بعد نصف ميل تقريباً ، فغالباً ما ترى بخاراً متصاعداً فوقها قبل أن تسمع صفارتها . وربما قد سمعت والدك وهو يقلب المسافة بين منزلك ومكان ظهور البرق وذلك بحساب الزمن بالتواني بين ومضة البرق وصوت الرعد الذي يليها . وتبين مثل هذه التجارب أن الصوت لا ينتقل بنفس سرعة الضوء .

ينتقل الصوت في الهواء الخاف في درجة ٣٢° ف بسرعة ١١٠٠ قدم في الثانية تقريباً . وتزداد سرعة الصوت في الهواء كلما ارتفعت درجة الحرارة . وسرعة الصوت في الماء أكبر منها في الهواء وتفرقهما سرعته في الأجسام الصلبة عند نفس درجة الحرارة . وينقل الصوت من جزيء إلى آخر . وجزيئات السوائل ليست حرة الحركة كجزيئات الهواء وبذلك فعندما تنقل السوائل الصوت لا تتحرك جزيئاتها كثيراً كجزيئات الهواء وبذلك ينتقل الصوت في السوائل بسرعة أكبر من سرعته في الهواء . أما في الأجسام الصلبة ، فالجزيئات أقرب إلى بعضها عنها في حالة السوائل وبذلك ينتقل الصوت أسرع في الأجسام الصلبة .

انعكاس الصوت

انعكاس الصوت ممكن ، ولعلك قد سمعت يوماً وأنت تواجه لحائط صخري مرتفع يبعد عنك بأكثر من مائة قدم وسمعت صدى صوتك . ولعلك قد انحنيت مرة فوق بئر عميقة وحصلت على صدى من سطح الماء في قاع البئر . وربما تحدث ممرات مدرستك صدى لصوت قفل الأبواب بشدة وكذلك المناقشات الحادة بين التلاميذ أثناء انتقالهم من حجرة إلى أخرى .

ولكي تسمع بوضوح ، يجب أن يتكوّن صدى من سطح يبعد على الأقل بمقدار ٥٥ قدماً من مصدر الصوت . لأن الصوت يقطع مسافة ١٢٠ أقدام تقريباً

في بـلـم ثانية . فاذا وصلك صوت منعكس في بـلـم ثانية فيكون قد قطع مسافة ٥٥ قدماً تقريباً ذهاباً وإياباً . وإذا سمع الصدى في أقل من بـلـم ثانية ، فإن الصدى يظهر كجزء من الصوت الأصلي .

وربما تكون موجات الصوت المنعكسة نافعة . ولكثير من المدن وفي حدائق المدن الكبيرة صالات موسيقية تعكس موجات الصوت عندما تغزف فرقة موسيقية أو أوركسترا . وهي مصممة لتعكس الصوت لعدد كبير من المستمعين في خارج القاعة .

ويمكن معرفة عمق المحيط في مكان ما بقياس الزمن اللازم للموجات الصوتية لكن تنعكس من قاع المحيط في هذا المكان . ويشغل الباحثون عن البترول مفرقات ويدرسون رجع الصدى الآتي من طبقات الصخر أو الزيت تحت سطح الأرض .

التحكم في الصوت

يمكن تقليل الصدى في مدرستك . ولقد درس مهندسو الصوت تأثيرات الصوت في مباني المصالح والمدارس . واستنتجوا أن الضوضاء تجعل من الصعب التركيز في عمل ما . وربما تجعل الضوضاء السمع غير واضح . كما أن الضجيج متعب ومثير للأعصاب . ويمكن تغطية الجدران والأسقف بالواح رقيقة من نسيج (أو فاين) به ثقوب صغيرة ذات أعماق مختلفة محفورة على السطح . وعندما تدخل الموجات الصوتية في الثقوب ، يمتص كمية كافية من الطاقة الصوتية لتقلل الضوضاء . ويتغير شكل موجات الصوت الساقطة على هذه السطوح ويقل الصدى جداً .

اختبر معلوماتك

- ١ - كيف يمكن قياس بعد جبل ثلجي عائم باستخدام انعكاس الصوت ؟
- ٢ - كيف تحذرك حاسة السمع من الخطر ؟
- ٣ - اشرح كيف تحدث الأصوات وكيف تنقل إليك .

- ٤ - لماذا كانت الأجسام الصلبة أفضل في نقل الصوت من الغازات والسوائل ؟
 ٥ - لماذا تنتقل الأصوات أسرع في الهواء صيفاً عنها في الشتاء ؟
 ٦ - اشرح كيف يتكون الصدى ؟
 ٧ - كيف يمكن تجنب الصدى غير المرغوب فيه في المسارح الكبيرة ؟

المسألة الثانية - كيف تختلف الأصوات ؟

لقد كنت تتعلم ، خلال السنوات الأولى من حياتك ، كيف تميز أصواتاً جديدة . ومن المحتمل أنك تعلمت أولاً كيف تميز صوت والدتك . وكلما كبرت تعلمت تدريجياً الأصوات المألوفة لديك الآن كصوت آلة السيارة والآلة الكاتبة وآلة الحريق والبيانو والطائرة وتغريد الطيور وطنين الناموس . وربما يمكنك الآن تمييز نغمات البيانو المختلفة ، وتعرف الفرق بين تغريد أبو الحناء ونقنقة قبرة المراعى . ويقول بعض الأولاد إنهم يستطيعون معرفة صوت بدء إدارة آلة سيارة عندما يسمعون صوت الآلة حتى إذا كانوا لا يرون السيارة نفسها . تدل كل هذه الأمثلة على أن الأصوات كلها مختلفة ويمكن تمييزها .

تجربة ١٣٢

كيف تبين الفرق بين الأصوات المرتفعة والأصوات المنخفضة ؟

ضع بضع قطع من الفلين الناعم على طبلية . ولاحظها عندما تطرق الطبلية بشدة . والآن ، اطرق الطبلية بلطف ولاحظ التأثير على قطع الفلين . إلى أى مدى ارتفعت قطع الفلين تقريباً ؟ ولماذا ارتفعت أكثر عندما طرقت الطبلية بشدة ؟

ويقال لصوت إنه مرتفع إذا سبب تحريك جزيئات الهواء التى حوله لمسافات كبيرة ، كما يقال لصوت إنه منخفض إذا سبب فى تحريكها لمسافات صغيرة . ولقد عرفت من التجربة كيف تتحكم فى صوتك حتى يسمعك مصغى . فأحياناً تتكلم بصوت منخفض لشخص قريب منك ، وتصبح أحياناً

أخرى لأن نفس الشخص يبعد عنك بيارات كثيرة . أو يمكنك وضع يديك على شكل اسطوانى حول فك لكي تسمع عندما تصبح . إذ عندما تفعل ذلك ، تمنع يداك انتشار الموجات الصوتية إلى اليمن وإلى اليسار . ويستخدم زعيم الحاتفين فى مباراة كرة القدم ، أو أى مباراة أخرى ، بوقاً لتوجيه صوته نحو الأشخاص الذين يترجمهم فى الحتاف . وتقل شدة صوته سريعاً كلما زاد البعد عنه . ولقد لاحظت هذا التأثير ، بلاشك ، عندما كنت منتظراً عند مزلقان سكة حديد واندفعت قاطرة القطار سريعاً أمامك مطلقة صفارة التحذير . فعندما قربت القاطرة ارتفع صوت الصفارة ، ثم انخفض صوتها عندما اختفى القطار بعيداً عن الأنظار . وفى الحقيقة ، عندما كانت مسافة ما ضعف مسافة أخرى ، فإن شدة صوت الصفارة كانت الربع فقط .

قياس شدة الصوت

يمكن قياس شدة الصوت . وقد اتخذ (بل - Bel) وحدة لقياسها . وقد سميت باسم مخترع التليفون الكسندر جراهام بل . ويتكون جهاز قياس شدة الصوت من جهاز كهربى به تدريج كالمبين فى شكل ١٤٨ . ويسمى



(شكل ١٤٨) مبين على هذا التدريج متوسط شدة أصوات كثيرة شائعة مقدرة بالديسيل

أقل صوت يمكن أن تسمعه أذن الإنسان بالديسيل . والديسيل يساوى عشر « بل » . ويمكنك تصويره بأنه الصوت الذى تحدثه الحشائش الطويلة المتمايلة أمام نسيم خفيف . وعندما تسقط أصوات أكثر شدة على جهاز قياس شدة الصوت ، تسبب تياراً كهربياً أكبر يمر ويحرك المؤشر فوق التدريج .

درجة الصوت (التردد)

تختلف درجات الأصوات . فاذا كنت تعزف على آلة موسيقية فلا بد أنك تعرف أنه كلما زاد اهتزاز وتر جيثار أو كمان ، زاد تردد النغمة . وتعتمد درجة الصوت على عدد الذبذبات في الثانية . ويحدث المفتاح في الطرف الأيسر على لوحة مفاتيح بيانو صوتاً له تردد مقداره ٢٧ ذبذبة في الثانية . ويضغط مفتاح بالقرب من الطرف الأيمن على لوحة مفاتيح بيانو ، فيمكن لسلك مشدود أن يتذبذب أكثر من ٤٠٠٠ مرة في الثانية .

تجربة ١٣٣

كيف تحدث أصواتا مختلفة التردد ؟

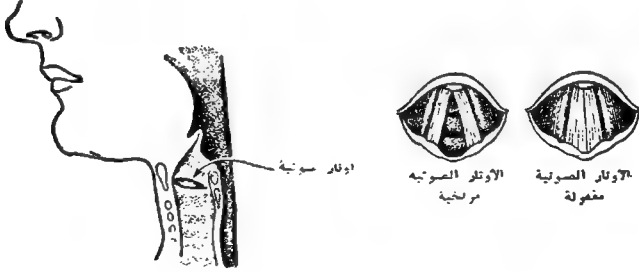
أمسك مشط جيب إلى أعلى وأمرر طرف قطعة من الورق المقوى الصلب فوق أطراف أسنان المشط . أنصت إلى الصوت الحادث . إذا كانت أسنان المشط الذى استخدمته متساوية البعد عن بعضها البعض ، أحضر مشطاً به جزء أسنانه غليظة وبعيدة عن بعضها البعض ، وبه جزء آخر أسنانه أقرب إلى بعضها البعض . أمور الورقة المقواة بسرعة على الأسنان الغليظة والرفيعة . ما هو الاختلاف في الدرجة الذى لاحظته ؟

عندما تحركت الورقة المقواة على أطراف أسنان المشط الغليظة ، كانت نغمة الصوت أقل لأن قطعة الورق لم تتذبذب بسرعة كبيرة . وإذا فحصت الأسلاك في بيانو ، لوجدت أن الأسلاك في الطرف الأيسر أطول وأغلظ من الأسلاك التي في الطرف الأيمن . ويتذبذب سلك رفيع عدة مرات أكثر من سلك غليظ إذا كانا متساويين في الطول ومشدودين بنفس القوة .

على أن كثيراً من الناس لا يستطيعون سماع صوت ناتج من اهتزاز جسم بأقل من ١٦ مرة في الثانية ، كما لا يستطيعون سماع صوت ناتج من اهتزاز جسم بأكثر من ٢٠٠٠٠ ذبذبة في الثانية . فنحن لا نسمع الأصوات من كل الأجسام التي تتذبذب بالقرب منا .

الكلام

عندما تتكلم الأشخاص ، فانه يتحكم في الاهتزازات . وينتج صوت الإنسان بوساطة الأوتار الصوتية المشدودة عرضياً داخل الحنجرة . وتكون مرتخية عندما لا تتكلم أو تغنى كما هو مبين بشكل ١٤٩ . ويتحرك الهواء



(شكل ١٤٩) يتحكم في الكلام بوساطة عضلات في أعلى حنجرتك وهي تؤثر في معدل اهتزاز أنسجة قوية عندما يمر فوقها الهواء الخارج من الرئتين .

الخارج من الرئتين بين الأوتار الصوتية عندما تنفس . ولكن هناك عضلات صغيرة تشد الأوتار إلى بعضها عندما تبدأ في الكلام أو في الغناء ويسبب الهواء الخارج من الرئتين اهتزازها .

تجربة ١٣٤

كيف تشعر باهتزاز أوتارك الصوتية ؟

ضع سبابة وإصبعاً بلطف على حنجرتك مباشرة تحت تفاحة آدم . غن بصوت منخفض نغمة منخفضة كالنغمة الأولى من « يا أيها النجم اللامع » . ثم غن النغمة الأخيرة لأول سطر في نشيدنا القومي . كرر النغمة الأولى ببطء واستمر في غنائها لمدة خمس ثوان . ماذا تشعر ؟

تتغير درجة النغمة الصادرة من أوتارك الصوتية بوساطة عضلات تشدها شداً كافياً لحدوث الصوت المطلوب . كما يؤثر اللسان والوجتان والشفتان والأسنان أيضاً كلها تؤثر في كلامك .

كيف يمكنك دراسة تأثير اجزاء فمك وانفك على الكلام ؟

انطق الحرف « O » أثناء عدم تنفسك . كرر نطق الحرف ولكن خذ شهيقاً في نفس الوقت . هل تلاحظ أى تغير في الأصوات ؟ انطق ثانياً حرف « O » لكن فاتحاً شفتيك في ابتسامة عريضة . كرر نطق الحرف نفسه ولكن ماداً شفتيك أمام أسنانك . انطق حرف الـ « O » ثانياً قافلاً فتحتى أنفك . كيف يتأثر نطقك ؟

لا يظهر صوتك مشابهاً بالضبط لصوت أى شخص من معارفك . فحجم وشكل الفم والحنجرة والممرات الهوائية في الأنف كلها بعض الأسباب في ذلك . كون عندك عادة التكلم بوضوح وفي نغمة طبيعية منخفضة ، وأخرج الزفير عندما تتكلم أو تغنى .

وكلما كبر الأولاد كلما أصبحت أوتارهم الصوتية أكثر غلظاً وانخفضت درجة أصواتهم . ولعلمهم يدهشون في السنين التي تتغير فيها أصواتهم عندما يسمعون تغيراً مفاجئاً في درجة أصواتهم عندما يتكلمون . وعادة لا تتغير كثيراً الأوتار الصوتية عند البنات . وغالباً ما تكون أصوات السيدات أعلى في الدرجة من أصوات الرجال لأن أوتارهن تظل قصيرة ورفيعة .

الضوضاء

توجد بعض أصوات غير مريحة للأذن . ومن الناس من يعد أجهزة في حفلات رأس السنة لإحداث أصوات مزعجة تشبه صيحات دواجن منفجرة . ويمكن سماع نفس الشيء تقريباً عندما يعزف كثير من أعضاء فرقة موسيقية على آلاتهم في نفس الوقت . ويمكن إصدار موسيقى رقيقة بعد عدة دقائق بنفس هذه الآلات . وتنتج الضوضاء عندما يكون



(شكل ١٥٠) يبين المنحنى العلوى تسجيلات للذبذبات موسيقية ، ويبين المنحنى السفلى تسجيلات للذبذبات ضوضاء

الصوت غير منتظم كما هو مبين في شكل ١٥٠ . والفرق بين نغمة موسيقية وضوضاء هو عدم انتظام الذبذبات .

اختبر معلوماتك

- ١ - اقترح تجربة لتثبت أن درجة الصوت تعتمد على تردد الاهتزاز .
- ٢ - اشرح كيف تختلف الضوضاء عن النغمت الموسيقية .
- ٣ - لماذا تكبر بعض الأصوات مرتفعة وأصوات أخرى منخفضة ؟
- ٤ - كيف تقاس شدة الصوت ؟
- ٥ - كيف تتغير درجة الصوت أثناء الكلام أو أثناء الغناء ؟
- ٦ - لماذا يستخدم زعيم الهاتفين بوقاً ؟
- ٧ - اشرح كيف يؤثر بعد قاطرة في شدة صوت صفارتها .
- ٨ - فسر لماذا لا يمكنك سماع كل الأصوات المحيطة بك .

المسألة الثالثة - كيف يمكننا أن نسمع ؟

إذا لم تتمكن من السماع بوضوح ، فاطلب من مدرسك أن يسمح لك بالجلوس في المقاعد الأمامية في الفصل . وكذلك أخبر والدك بضرورة فحص أذنيك عند طبيب اختصاصي في علاج الأشخاص الذين يجدون صعوبة في السمع .

جهاز السمع

إن أذن الإنسان خارج الرأس تشبه البوق . فيجمع هذا الجزء الاهتزازات الهوائية ويوجهها داخل أنبوبة مفتوحة إلى طبلة الأذن .

تجربة ١٣٦

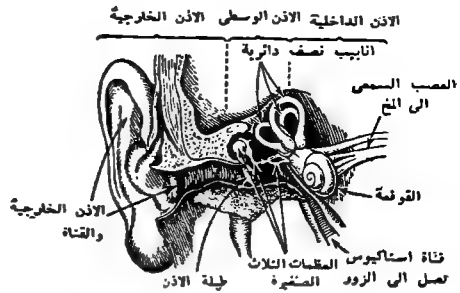
كيف يمكنك دراسة الأذن الخارجية ؟

اعمل قمعاً من قطعة ورق مقواة رقيقة واستخدم مادة لاصقة أو شريطاً مصمغاً لتخفظها على شكل قمع . واجعل قطر الفتحة الصغيرة حوالى ٢ بوصة . أضف جليسريناً أو زيت زيتون إلى محلول صابون مبشور وماء دافئ . وقلب إلى أن يصير المزيج غليظاً . اغمس فتحة القمع الصغير في المحلول لتحصل

على غشاء يسد الفتحة . لاحظ غشاء الصابون بينما يتكلم شخص آخر هـ
(ولكن ليس خلال) طرف القمع الكبير ويقول كلمة « هالو » . اطلب
من الشخص أن يكرر الكلمة ثلاث أو أربع مرات ، رافعاً صوته في كل
مرة . اطلب من نفس الشخص أن يغنى بصوت منخفض ثم بصوت مرتفع
عبر فتحة القمع بينما تلاحظ أنت غشاء الصابون . لماذا تتغير اهتزازات غشاء
الصابون ؟

مثل غشاء الصابون طبلة الأذن التي تهتز بنفس تردد الصوت الساقط
عليها الذي وجهته الأذن الخارجية . وعندما تهتز طبلة الأذن ، فتتحرك قليلا
أولى ثلاث عظام هي التي تنقل الصوت إلى الأذن الداخلية .

وينقسم جهاز سمعك إلى ثلاثة أجزاء . فتتجمع الأذن الخارجية الموجات
الصوتية ، وتنقلها الأذن الوسطى إلى الأذن الداخلية حيث تؤثر الموجات
الصوتية على أطراف أعصاب
متصلة بالمخ . وقد سميت العظام
الثلاث الصغيرة في الأذن الوسطى
بالمطرقة والسندان والركاب لأنها
تشبه هذه الأشياء شكلا . ويتصل
جزء المطرقة الطويل بطبلة الأذن ،
كما يتصل جزؤها القصير بالسندان .



(شكل ١٥١) أذن الإنسان. هل يمكنك تمييز المطرقة
والسندان والركاب في الأذن الوسطى

وإذا درست بشكل ١٥١ يمكنك معرفة أن المطرقة تطرق السندان . وتنقل
الموجات الصوتية من السندان بواسطة الركاب ويزيد قصرها من قوة الاهتزازات.
وتسمى الأذن الداخلية بالقوقعة وهي حلزونية الشكل ومملوءة بسائل يهتز
وبذلك ينتقل الصوت . وأنها هي الأعصاب الرفيعة الواصلة من المخ التي تنهى
أطرافها داخل الأنبوبة الملفوفة في الأذن الداخلية ، التي تنقل الاهتزازات إلى
المخ . ثم يفسر المخ الأصوات التي جمعها الأذن الخارجية .

العناية بالأذن

ان أذن الإنسان عضو حساس ورقيق . ويتمرن المخ بالتجربة وبمضى الزمن على تفسير معنى كثير من الأصوات . ويمكن أن يندج فقد السمع من عدم العناية الصحيحة بجهاز سمعك . لا تستخدم أداة مدببة كعود ثقاب أو دبوس شعر لإخراج أوساخ الأذن . فربما تثقب طبلة الأذن . وتكون قطعة قماش حول طرف إصبع أكثر أماناً . لا تنظف أنفك وفتحاتها مقفولتان في نفس الوقت عندما تكون مصاباً بالبرد . فربما يقذف المخاط الذي تربطه التخلص منه داخل الأذن خلال أنبوبة تصل الحنجرة بالأذن . فربما تصيب العدوى عظام الأذن الوسطى أو تملؤها بالصديد وبذلك تمنع وصول الموجات الصوتية إلى الأذن الداخلية . وربما تخل حاسة اتزانك نظراً لوجود ثلاث قنوات نصف دائرية في أذنيك الداخلية تتحكم في ذلك بدقة نوعاً ما . وربما تقطع الأصوات المرتفعة طبلة الأذن أو تجرح عصب السمع ويسبب الصمم .

أجهزة سمعية

تجنب العقاقير والأدوية المنتشرة التي يقال عنها إنها تقوى السمع ويجب على الأشخاص الذين فقدوا حاسة السمع من جراء مرض أو حادث ، أن يتجنبوا الاستعمال الداخلي للعقاقير التي يعلن عنها بأنها تزيل صداع الرأس والصمم . حيث أن مثل هذه العقاقير لا تشفى الأمراض وربما تضر كثيراً .

وانها لمن القسوة بمكان أن يعيش الصم في عالم صامت . ولذلك فقد اخترعت أجهزة كهربية تشبه أجهزة الراديو الصغيرة جداً . ويثبت المستقبل في فتحة الأذن الخارجية . وتحمل صمامات الراديو الصغيرة والبطاريات في علبة صغيرة توضع في جيب الشخص . وتقوى مفاتيح يمكن ضبطها الأصوات المتجمعة حتى يمكن سماعها بالأذن الخارجية . ثم تنقل الأصوات بالطريقة العادية إلى الأذن الداخلية .

كيف تثبت أن العظام تنقل الصوت ؟

سد كلا من أذنيك بقطعة من القطن بحيث لا يمكنك سماع الأصوات العادية المحيطة بك . أمسك ساعة جيب بين أسنانك . هل يمكنك سماع دقات الساعة ؟ والآن ، بينما تظل الساعة بين أسنانك ، انزع القطن من أذنيك . هل يظهر أن الساعة تدق بصوت أعلى ؟

لقد انتقلت الاهتزازات الناتجة من دقات الساعة بأسنانك وعظام فكيك إلى السائل الذي في الأذن الداخلية . ويمكن لشخص أصم لبس جهاز السمع الصناعي الذي ينقل الاهتزازات إلى عظام الجمجمة مباشرة خلف الأذن . وتنقل عظام الجمجمة الموجات الصوتية إلى الأذن الداخلية . ويجب ألا يعرض الأشخاص الممكن مساعدتهم بمثل هذه الأجهزة عن حملها فها هي إلا مثل ارتداء نظارات طبية لتصحيح نظر غير سليم .

اختبر معلوماتك

- ١ - اذكر أجزاء جهاز سمعك الثلاثة . وصف وظيفة كل جزء .
- ٢ - اشرح كيف يتلف جهاز سمعك واذكر كيف يمكن تجنب كل خطر .
- ٣ - لماذا يحرك الكلب أو الحصان أو البغل أذنيه بسرعة إلى الأمام وإلى الخلف ؟
- ٤ - ما أهمية القناة التي تصل الخنجرية بالأذن الوسطى ؟

المسألة الرابعة - كيف تحدث الآلات الموسيقية الأصوات ؟

يستسغ كثير من الناس في مجتمعك الموسيقى . وينصت بعضهم بانتظام إلى برامج الإذاعة التي من أهمها السيمفونيات التي تعزفها فرق موسيقية مشهورة . وينصت البعض الآخر إلى الرقص الجماعي كما يفضل آخرون فرق الجاز الموسيقية . ربما تعزف على آلة موسيقية في المنزل أو في المدرسة . وتدل آلات الفرقة الموسيقية المختلفة بوضوح تام على الطرق التي يمكن بها إحداث النغمات الموسيقية .

ويمكن وضع الآلات الموسيقية في إحدى ثلاث مجموعات . فتحدث آلات الكمان والجيتار والبيانجو والسيلو والبيانو النغمات الموسيقية باهتزاز أوتارها . أما الكورنت والترمبون والساكسوفون والبوق الفرنسي فكلها آلات هوائية . وهناك آلات موسيقية أخرى مثل الطبللة والأجراس والزيلوفون فكلها أجهزة قارعة .

وتقرع الآلات القارعة بوساطة عصي أو مطارق صغيرة مغطاة أطرافها بالصوف . ويسمى البيانو أحياناً بآلة قارعة لأن هناك مطرقات صغيرة جداً مغطاة بالصوف تطرق أسلاكاً مشدودة عندما تستخدم مفاتيح البيانو للعزف عليه .

تجربة ١٣٨

كيف تتعلم خواص النغمات الموسيقية ؟

انفخ في صفارة . ثم انفخ فيها بشدة ، ما هو الاختلاف الذي تلاحظه ؟ أسقط عملة من النيكل على قطعة معدنية أو على أرض من الأسمنت المسلح من ارتفاع ثلاث أقدام . أسقط عملة فضية ولتكن من ذات الخمسة قروش من نفس الارتفاع . وأسقط أيضاً ملياً من نفس الارتفاع . هل تلاحظ أى فرق في الصوت الحادث ؟ صب في أنبوبة اختبار ماء لارتفاع حوالى بوصة واحدة وانفخ عبر فتحة الأنبوبة . أضف بوصة أخرى من الماء في أنبوبة الاختبار ثم انفخ ثانياً عبر الفتحة . هل لاحظت أى فرق في درجة الصوت ؟

خواص النغمة

يتحكم الموسيقيون في فرقة الأوركسترا في شدة النغمات الموسيقية الناتجة وذلك باستخدام طاقة أكثر أو أقل لإنتاج نفس النغمة . وربما تكون قد سمعت فرقة موسيقية وقف لآعب « الترميت » فيها على قدميه وعزف على آله بصوت أعلى من أعضاء الفرقة الآخرين . ويمكن أن تهتز شفتاه بشدة أمام الميسم حتى أنهما ربما تتأذيان وتورمان .

ومن المحتمل أنك قد رأيت شخصاً يسقط قطعة من العملة على قطعة رخام أو قطعة معدنية ليختبر نوع المعدن . فإذا كانت العملة فضية ، فتكون النغمة واضحة وموسيقية . وإذا كانت من الرصاص فتكون النغمة كثيفة وغير حادة . ويمكن لكثير تمييز صوت نغمة موسيقية صادرة من بيانو أو من كمان وذلك لاختلاف نوع النغمة . مع انه ربما قد حدثت كل نغمة بنفس القوة من آلتين وتريتين . وستأكد جيداً من الاختلاف في نوع النغمات الموسيقية إذا سمعت عازف كمان يضبط نغمة الكمان بمقارنة درجته بدرجة بيانو .

عندما استخدمت أنبوبة الاختبار المملوءة جزئياً بالماء كما في التجربة السابقة ، تأثرت الدرجة بطول العمود الهوائي في الأنبوبة . لقد رأيت حتماً لاعب ترومبون منزلة وهو يغير طول عمود الهواء المتذبذب في آله عندما كان يحدث نغمات مختلفة الدرجة .

وخواص النغمات الموسيقية الثلاث هي الدرجة والشدة والنوع . وربما تعرف أن للموسيقى الشرقية أنغاماً تذكرك بالاستعراضات التي قمت بها مستخدماً أواني وعلب والدتك . ويستخدم عازفو كمان الموسيقى الكلاسيكية أجهزة غالية الثمن جداً . وقد اختار صانعوها أخشاباً تعطي نغمات لها نوع معين في الكمان الكامل صنعه . ان نوع نغمة الأوكورديون هي التي تجعله آلة محبوبة بين كثير من الناس ويفضل آخرون النغمات الموسيقية الناتجة من اهتزاز تيار هوائي في مزمار . إذ ينفخ الهواء أمام حرف ثقب عند أحد طرفي الأنبوبة . وتغطي أصابع العازف الثقوب الأخرى لتغيير الدرجة لأنه عندما تغطي الأصابع الثقوب المختلفة التي على البيكولو ، يتغير طول العمود الهوائي المهتز . وكذلك تتغير درجة النغمة الناتجة في الآلات الوترية بتغيير أطوال الأوتار المهتزة .

تجربة ١٣٩

كيف يمكنك التحكم في درجة آلة وترية ؟

اختر آلة وترية مثل الكمان أو الجيتار أو البانجو . ولاحظ الفرق في غلظ الأوتار . اضرب كل وتر بظفرك وأنصت إلى درجة كل وتر . اضغط

الآن أحد الأوتار بشدة على القنطرة الخشبية للآلة واجعل الوتر يهتز ثانياً .
اضغط نفس الوتر ثانياً على القنطرة الخشبية للآلة ولكن في نقطة أخرى ،
واضرب الوتر ثانياً عند نفس المكان كما سبق . ما هو التغير في الدرجة عندما
يقصر طول وتر مهتز ؟

يختار العازف الخبير على كمان أو جيتار أو بانجو ، يختار النغمت الموسيقية
بضغط أحد الأوتار في المكان المناسب . ولقد عرف أنه عندما يقصر طول
وتر تزداد درجته ، كما أن الأوتار الطويلة تحدث عند اهتزازها نغمت منخفضة .
وتحدث النغمت الموسيقية في بيانو ، وهو أيضاً آلة وترية ، بضرب أسلاك
ذات أطوال وأقطار مختلفة . وعندما يعزف شخص على البيانو فانه يضغط
على مفاتيح مختلفة تتحكم في مطارق صغيرة . وتسبب المطرقة الصغيرة اهتزاز
سلك مناسب القطر والطول ليحدث النغمة الموسيقية المطلوبة .

اختبر معلوماتك

- ١ - اشرح كيف تحدث كل من هذه الآلات الموسيقية الصوت : البيانو ،
الكورنت ، الطبله .
- ٢ - اشرح كيف تغير الدرجة الموسيقية لكل من هذه الآلات الموسيقية ::
الترمبون المنزلق ، الكمان ، الزيلفون .
- ٣ - يكون بعض الرجال الذين يضبطون آلات البيانو على نغمت موسيقية ،
يكونون كفيفي النظر ، فسر كيف يستطيعون أداء عملهم بنجاح ؟
- ٤ - ما هي خواص النغمت الموسيقية ؟

المسألة الخامسة - كيف تسجل الأصوات وكيف يمكن إعادة سماعها ؟

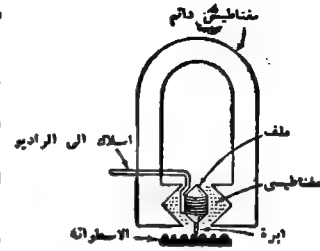
عندما تشاهد عرض فيلم سينمائي وتسمع في الفيلم صوت قطار يجري
بسرعة كبيرة ، لا يخطر ببالك أن أصوات القطار قد سجلت من قبل ذلك بعدة
أشهر . وقد تشاهد في نفس الفيلم ، رجل أعمال يتكلم في فوهة أنبوبة متصلة
بجهاز . وبعد ذلك ربما تكتب سكرتيره خطاباً على الآلة الكاتبة بينما تنطق
الآلة بالكلمات التي قد سجلتها عندما كان الرجل يتكلم .

التسجيل على اسطوانات

يمكن تسجيل الصوت على سطوح من الشمع أو البلاستيك . ويسجل قرص أو اسطوانة الفونوغراف بإبرة تتذبذب فتعمل حفرة متصلة على سطح شمعي يدور حول نفسه . ثم يغطى سطح الاسطوانة بالكربون حتى يمكن طلاؤه بالكهربا . وتسمى الاسطوانة المطلية بالكهربا بالاسطوانة الأصلية (القالب) . وعندما يضغط على اسطوانة أخرى شمعية فتتشكل وتكون بعكس التسجيل الأصلي . ويمكن طبع تسجيلات جديدة بوساطة هذه النسخة . ثم تشتري أنت واحدة من هذه النسخ العديدة المطبوعة وتستخدمها لتسمع الأصوات المسجلة .

وتدار الأسطوانة المسجلة بسرعة مناسبة بوساطة موتور كهربى . وتتبع إبرة الحفر الذى على الأسطوانة عندما تدور ، وتتذبذب الإبرة بالتعاريج التى فى الحفر . وتدفع الإبرة المتذبذبة غشاء معيناً ليحدث اهتزازات فى عمود هوائى بالضبط كالأصوات المسجلة .

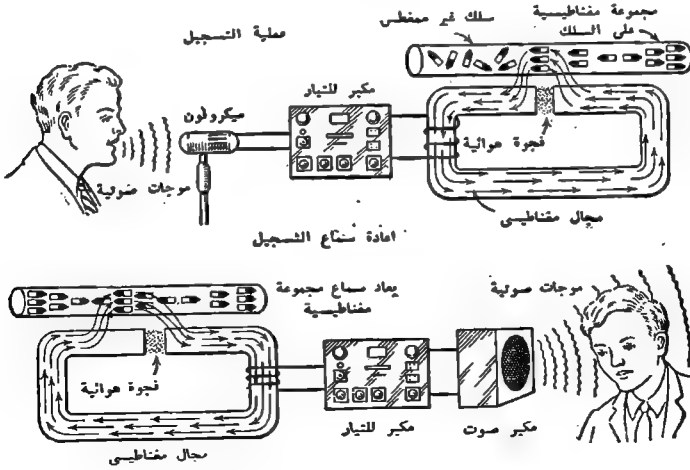
وعادة ينتج الصوت ثانياً بوساطة تيار كهربى وجهاز راديو . فيثبت ملف سلكى له حافظة معدنية على إبرة ويوضع بين قطبي مغناطيس على شكل حدوة الفرس . فتسبب الإبرة المهتزة ، عندما تتبع حفر التسجيل ، فى أن يقطع الملف خطوط قوى مغناطيسية . ويسرى التيار المتولد فى الملف



(شكل ١٥٢) إعادة سماع أصوات مسجلة. ترى فى هذه الصورة مقطعاً مكبراً للتعاريج الصوتية على اسطوانة مسجلة. عندما تذبذب الإبرة بوساطة التعاريج الصوتية ، تتحول الاهتزازات إلى موجات كهربية تذهب إلى جهاز تكبير ثم إلى مكبر صوت إلى مكبر للصوت. وتتناسب شدة التيار الكهربى مع تحركات الإبرة . وحيث أن الإبرة تتذبذب كتذبذبات الأصوات التى سببت الحفر عند عمل التسجيل فان مكبر الصوت يحدث نفس الأصوات كالتى سجلت على الأسطوانة .

التسجيل على السلك

يمكن تسجيل الصوت على سلك . فتتحول الأصوات الساقطة على ميكروفون إلى تيارات كهربية صغيرة جداً . ثم يمر التيار الكهربائي في مغناطيس



(شكل ١٥٣) رسم يبين التسجيل المغناطيسي على سلك وإعادة سماعه. تتبع التغير من موجة صوتية في أعلى اليسار إلى صوت يسمع من مكبر الصوت في أسفل الشكل من جهة اليمين

كهربائي ويتمغطس جزء السلك الصلب المار تحت المغناطيس الكهربائي . وعندما يمر السلك الصلب بين قطبي مغناطيس كهربائي آخر ، تحدث المجموعات المغناطيسية تيارات كهربية تتحول إلى موجات صوتية بوساطة مكبر صوت . يستغرق إدارة تسجيل الفونوغراف العادي عدة دقائق فقط وبعدها يصبح أقل جودة . ولكن عندما يسجل الصوت على سلك فإنه يمكن إعادة سماعه آلاف كثيرة من المرات دون أن يفقد شيئاً من رونقه ووضوحه . وإذا كان غير مرغوب في جزء من تسجيل الأسطوانة ويراد الاحتفاظ بجزء آخر فيعمل عادة تسجيل جديد . أما إذا كان نفس التسجيل على بكره سلك ، فيمكن بسهولة إزالة مغناطيسية الجزء غير المرغوب فيه .

التسجيل على شريط

يمكن تسجيل الصوت على شريط مغناطيسي . وذلك بتغطية شريط رقيق من الورق أو البلاستيك بأكسيد حديد . وتحول الأصوات الساقطة على

ميكروفون إلى تيارات كهربية وتمر خلال ملفات مغناطيس كهربي . ويمر الشريط بين قطبي المغناطيس ويمغطس طبقة أكسيد الحديد التي على الشريط ويرتب جزئياتها ترتيباً خاصاً . وكما في سلك الصلب الممغنط ، يمكن إعادة سماع الترتيبات المغناطيسية غير المرئية في أى وقت وتجدها مشابهة للأصوات الأصلية . ويمكن قطع أى جزء من شريط التسجيل غير المرغوب فيه بواسطة مقص وتلصق الأطراف ببعضها .

تسجيل الصوت على الأفلام

يمكن تسجيل الصوت فوتوغرافياً . إذ يوصل ميكروفون إلى مصباح توهج يصبح معتماً أو متوهجاً على حسب كون التيار الآتي من الميكروفون ضعيفاً أو قوياً . ويعرض شريط من فيلم فوتوغرافي (سينمائي) إلى مصباح التوهج . ويكون الفيلم أكثر ظلمة عندما يكون المصباح أكثر توهجاً . وبذلك يؤثر الصوت الساقط على الميكروفون في الفيلم الفوتوغرافي . ولإعادة سماع الصوت الذي سجل على شريط الفيلم ، يمرر الفيلم أمام شعاع ضوئي فتسمح الأجزاء الأكثر ظلمة على الفيلم بأقل كمية من الضوء لتمر خلالها ، ويؤثر الضوء الخارج من الفيلم في شدة تيار كهربي مار خلال مكبر الصوت الذي يحدث نفس الأصوات كالتي استخدمت في اعداد الفيلم .

فوائد الصوت المسجل

للصوت المسجل فوائد كثيرة . فيساعد في سماع كلمات تنطق صحيحاً عند تعلم لغات أجنبية كاللغة الفرنسية أو الإسبانية . كما يستفيد طلبة الفصل في تحسين نطقهم عندما يسمعون أصواتهم من التسجيلات الصوتية . كما يمكن تسجيل الخطب التاريخية من محطات الإذاعة عن طريق الراديو ثم يمكن إعادة سماعها في أى وقت . كما يمكن تسجيل المحادثات التليفونية الخاصة بالمعاملات التجارية ثم توضع في ملفات بنفس الطريقة التي تحفظ بها الاتفاقات الكتابية . ويمكن لمراسلي الجرائد حمل أجهزة تسجيل صوتية في حجم الحبيب ، وكذلك للآخرين الذين يحتاجون إلى تسجيل دائم لأعمالهم .

اختبر معلوماتك

- ١ - ما الذى تذبذبه موجات الصوت عند عمل تسجيل فونوغراف ؟
- ٢ - لماذا يتميز تسجيل الصوت على سلاك أو شريط مغناطيسى على تسجيله على اسطوانات ؟
- ٣ - كيف يسجل الصوت وكيف يمكن إعادة سماعه ؟
- ٤ - ماذا ترى إذا وضعت عدسة مكبرة قوية فوق سطح تسجيل فونوغراف ؟
- ٥ - كيف يسجل الصوت على شريط سينمائى .

الصوت والطاقة

تستخدم أجهزة كثيرة لزيادة شدة الأصوات . ويستخدم الطبل والطمطم والأبراق والسطوح العاكسة للتحكم فى طاقة الصوت . إذ أنه يلزم طاقة لتحريك الهواء . ويعمل شغل عندما تهتز الأجسام ولذلك تحدث صوتاً . وتفقد الأجسام المهتزة طاقة يكتسبها الهواء . وعندما تقل طاقة الأجسام المهتزة ، تضعف شدة الأصوات الناتجة .

عندما تصطدم موجات صوتية بأجسام صلبة ، فيتحول جزء من طاقة الموجات الصوتية إلى طاقة حرارية . وينعكس جزء من الطاقة محدثاً صدى أحياناً . وعمرماً فإن الموجات الصوتية غير قوية . وتفقد طاقتها التى تتحول إلى طاقة حرارية .

تجعل طاقة الصوت وسائل الاتصال ممكنة . فان اختلاف الأصوات التى يمكن أن يحدثها الناس فى حناجرهم نتيجة لتفكيرهم لمساعد فى الاتصال بالآخرين .

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الأولى

- تحدث الأصوات من الأجسام المهتزة .
- تنقل طاقة الصوت على هيئة موجات .
- الأجسام الصلبة والسوائل والغازات تنقل الصوت .

تنتقل الأصوات في الهواء الجاف بسرعة مقدارها ١١٠٠ قدم في الثانية تقريباً إذا كانت درجة حرارة الهواء هي ٣٢° ف . وتزداد سرعة الصوت بارتفاع درجة الحرارة .

تنقل الأجسام الصلبة الصوت أسرع من السوائل التي بدورها تنقل الصوت أسرع من الغازات .

تعكس الأجسام الصلبة الصوت ، ويسمع الصدى فقط إذا كان السطح العاكس على بعد ٥٥ قدماً من مصدر الصوت على الأقل .

المسألة الثانية

يمكن للمواد أن تمتص الصوت ، ويمكن تقليل الصدى والضوضاء عندما تستخدم مثل هذه المواد بالطريقة الصحيحة .

تدل الأصوات المرتفعة والمنخفضة على كمية الطاقة المستخدمة لاحتوائها . تختلف الأصوات في الدرجة وفي النوع وفي الشدة .

وتعتمد درجة الصوت على عدد الاهتزازات في الثانية ، وقليل من الناس من يستطيع أن يسمع صوتاً تردده أقل من ١٦ ذبذبة في الثانية أو بآخر تردده أكبر من ٢٠٠٠٠ ذبذبة في الثانية .

تختلف الضوضاء عن النغمات الموسيقية في انتظام الاهتزازات المحدثة لها .

المسألة الثالثة

لجهاز سمعنا ثلاثة أجزاء : الأذن الخارجية ، والأذن الوسطى ، والأذن الداخلية ، ويحتاج جهاز السمع إلى عناية فطنة .

المسألة الرابعة

تقسم الآلات الموسيقية إلى آلات وترية اهتزازية وآلات هوائية وآلات قارعة .

ويتحكم في درجة نغمة موسيقية طول الوتر المهتز وطول العمود الهوائي المهتز . كما يتأثر أيضاً التردد بغلاف الجسم المهتز .

المسألة الخامسة

تسجل الأصوات على اسطوانات من الشمع أو على سلك أو على شريط ممغطس أو على فيلم سينمائي .

اسئلة للمناقشة

- ١ - لماذا تنتقل الأصوات بسرعة أكبر في الهواء الساخن عنها في الهواء البارد ؟
- ٢ - لماذا تنتقل الأصوات بسرعة أكبر في الصلب عنها في الماء ؟
- ٣ - اشرح كيف يمكن تقليل الضوضاء في مسرح .
- ٤ - لماذا تختلف أنابيب الأرجون في الأقطار والأطوال ؟
- ٥ - كيف ينشأ الصدى ؟ وكيف يمنع حدوثه في مسرح ؟
- ٦ - اشرح كيف يمكن التحكم في اهتزازات الصوت أثناء الكلام .

تمرين على حل المسائل

هناك أمسية يقيم فيها طلبة العلوم في مدرسة « اولد تريل » مهرجاناً علمياً كل عام . ويجتمع الأعضاء قبل هذه الأمسية بعدة أسابيع ليضعوا خططاً لإظهار نتائج البحوث التي تمت والهوايات التي نشأت والرغبات الخاصة التي تحققت. ويدعى الآباء والأصدقاء ليروا الخطط وليسمعوا الطلبة ويناقشوهم. وقد صمم ثمان بنات من السنين الأولى للمدرسة العليا أن يكون لديهن « فرقة موسيقية بالزجاجات » هذا العام . وكان لديهن صف من ثمان أنابيب اختبار في حامل . وكان يصب ماء في كل أنبوبة اختبار حتى يعطى عمود الهواء عندما يهتز نغمة موسيقية معلومة عندما ينفخ هواء أمام فتحة الأنبوبة ، وطبعاً الأنبوبة المملوءة بماء أكثر تعطى نغمة أعلى .

ويمكن عزف قطع موسيقية بسيطة بواسطة فرقة الزجاجات . ويجب على كل شخص أن يعرف متى ينفخ أمام أنبوبة الاختبار التي لديه وقوة النفخ وطول مدة النفخ .

وبعد التمرين بعد ظهر أحد الأيام ، وضعت البنات أنابيب الاختبار بعناية في الحامل وانصرفن إلى منازلهن . وعندما اجتمعن ثانياً للتمرين بعد ثلاثة أيام ، وجدن ثلاثة « أجهزة » لا تعطى نفس النغمات .

اختر ، من قائمة التعبيرات الآتية ، التعبير الذى تعتبره معقولا لتفسير هذه الظاهرة .

١ — دبر شخص ما مكيدة للبنات بصب قليل من الماء من أنابيب الاختبار الثلاث .

٢ — من المحتمل أنه حدث تغير في درجة الحرارة وانخفض سطح الماء في أنابيب الاختبار الثلاث .

٣ — كان يجب على البنات أن يضعن سدادات لأنابيب الاختبار لمنع انسكاب الماء .

٤ — سبب تغير درجة حرارة الهواء في بحر الماء من أنابيب الاختبار التى تعطى أعلى نغمات موسيقية .

٥ — أصبح الماء في أنابيب الاختبار أسناً .

٦ — كان يجب إضافة بضع قطرات من زيت إلى كل أنبوبة اختبار .

٧ — لقد نسيت البنات النغمة الموسيقية التى أحدثتها سابقاً .

وإذا لم ينفع أى من الاقتراحات السابقة للتفسير فانه يلزم إعادة ضبط نغمة أنابيب الاختبار الثلاث ، فاذا كرر أحسن تعليل لسبب تغير نغمة الأنابيب.

١٢ الاتصال بحيرانا

خلال السنين الأولى في تاريخ شعبنا ، كانت الرسائل تنقل عادة بأشخاص يسافرون بالقوارب أو بالمركات أو مشياً على الأقدام . وربما تعرف شيئاً عن الراكب الشهير پول ريفير والحصان السريع الصغير . وقد ساعد اختراع التليفون والتلغراف على تطور السكك الحديدية والجراند .

وترسل الرسائل الآن بسرعة أكبر عما كانت عليه بنصف قرن مضى . فينقل التليفون اللاسلكي والراديو الأفكار إلى جميع أجزاء العالم . وستعرف في هذا الفصل المبادئ الأساسية للأجهزة الحديثة المستخدمة في الاتصال .

المسائل التي سوف نعالجها

- ١ — كيف ترسل الرسائل بالتلغراف ؟
- ٢ — كيف يعمل جهاز التليفون ؟
- ٣ — كيف يعمل جهاز الراديو ؟
- ٤ — ما هو التليفزيون ؟

المسألة الأولى - كيف ترسل الرسائل بالتلغراف ؟

لقد مغطست في إحدى تجارب الفصل التاسع قطعة من الحديد بوساطة تيار كهربى . ويسمى الذي صنعته مغناطيساً كهربياً . وستعرف في هذا الفصل أن المغناطيسات الكهربائية تستعمل للاتصال في التليفون والتلغراف السلكى .

التلغراف

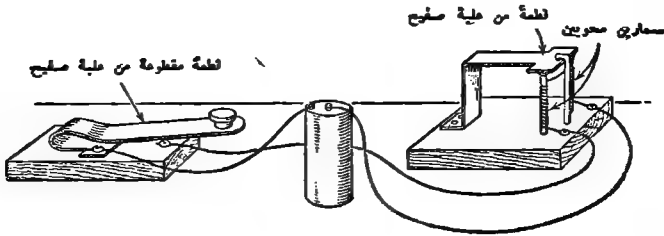
أنت تعرف أن بعض الرسائل ترسل بشفرة مكونة من نقط وشرط .

ويتعلم كثير من الأولاد والبنات شفرة مورس عندما يكونون أعضاء في فرقة كشافة .

تجربة ١٤٠

كيف تصنع مستقبلًا تلغرافيًا ومفتاحًا ؟

أحضّر مسبارين محويين (بريمة) طول كل واحد حوالي ٣ بوصات. وثبتهما بإحكام في قطعة خشبية صغيرة بحيث يبعدان عن بعضهما البعض بمقدار ٣ بوصات تقريباً . استخدم سلكاً واحداً من النحاس المعزول رقم ٢٠ لف حوالي ١٠٠ لفة منه حول كل مسبار . ولف أحدهما في اتجاه عقرب الساعة ولف الآخر في عكس اتجاه عقرب الساعة حتى يصير رأسا المسبارين قطبين مختلفين عندما يمر تيار كهربى في السلك . لاحظ في شكل ١٥٤ كيف يمر السلك من مسبار لآخر .

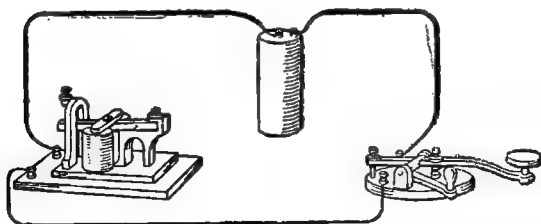


(شكل ١٥٤) ترتيب أدوات تجربة ١٤٠

ويمكن قطع القطعة المعدنية التي على شكل حرف T من علبة حساء فارغة أو علبة بن فارغة ، بوساطة مقص خاص يقص القصدير . ويوضع عند رأس القطعة التي على شكل حرف T مسبار ملتو ليثبت الحرف على بعد ربع بوصة من رأسى مسبارى البريمة وبذلك يكون الجزء السابق شرحه هو مستقبل تلغرافك .

وستحتاج إلى مفتاح لتقطيع مرور التيار . ويمكن عمله بسرعة وذلك بثنى قطعة أخرى من القصدير على شكل حرف T كما هو مبين في شكل ١٥٤

وبقطع الجزء العلوى من أنبوبة معجون أسنان قديمة ، يمكنك استخدام الغطاء كيد للمفتاح يحرك بوساطتها وذلك بعمل ثقب خلال حرف T ، ثم بدفع الجزء المحوى بعنق الأنبوبة خلاله ثم يثبت الغطاء فوقه .
صل المفتاح والمرسل على التوالى مع عمود جاف . لماذا ينجذب حرف T نحو رأسى مسمارى البريمة عندما يمر تيار فى السلك ؟



(شكل ١٥٥) مفتاح ومستقبل التلغراف . التلغراف جهاز مغناطيسى . تتبع مرور الكهرباء من العمود الجاف ، خلال الأجهزة ، ثم إلى العمود ثانياً

مبين فى شكل ١٥٥ مفتاح تلغراف مرسل من المصنع ويصنع مثل مفتاح التلغراف ومرسله كأجهزة عرض فى معامل العلوم . أما الأجهزة المستخدمة فى مكاتب السكك الحديدية ومكاتب التلغراف فلها تصميم مختلف .

عندما يضغط ساق المفتاح ، تساعد نقط اتصال موجودة تحته لقفل الدائرة الكهربائية . ويلف ملفان من السلك فى المستقبل على اسطواناتين (قلبين) من الحديد المطاوع . ويوجد فوق الملفين قضيب مستو من الحديد المطاوع . ويجذب هذا القضيب بقوة إلى أسفل نحو القلبين عندما يمر تيار فى الملفين . ويكون الزمن بين الدقتين هو « نقطة » إذا توالى الدقتان بسرعة ، وتكون « شرطة » إذا كان الزمن بين الدقتين كبيراً نوعاً . وهناك زنبك يحفظ القضيب المصنوع من الحديد المطاوع ، والذي يسمى بالحافطة ، بعيداً عن المغناطيس الكهربى عندما يكون المفتاح مرفوعاً . وتسمى مجموعة النقط والشرط التى ترمز إلى حروف وأرقام بشفرة مورس العالمية .

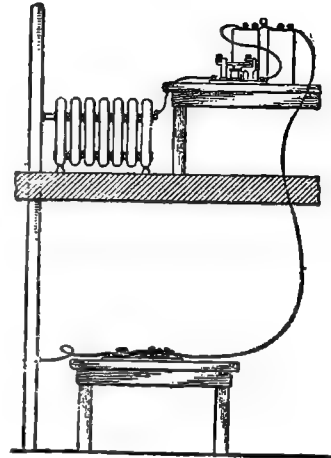
شجرة مورس العالمية

. — N	— . A
— — — O	. . . — B
. — — . P	. — . — C
— . — — Q	. . — D
. — . R	E
S	. — . F
— T	. — — G
— . . U	. . . . H
— . . . V	I
— — . W	— — — . J
— . . — X	— . — K
— — . — Y	. . — . L
. . — — Z	— — M

تجربة ١٤١

كيف يمكن استخدام جهاز تليفرافي ليرسل رسائل في اتجاه واحد فقط ؟

إذا رتبنا الأجهزة المبينة في شكل ١٥٦ ، فيمكنك استخدام أجزاء من جهاز الماء الساخن أو جهاز التدفئة البخاري كجزء من الدائرة الكهربائية . وعندما يقفل المفتاح (إلى أسفل) ، يمر تيار كهربائي من الأعمدة الجافة خلال المستقبل وأنايبب التسخين والمفتاح ثم ثانياً إلى الأعمدة الجافة . ويفتح الزنبرك الموضوع تحت المفتاح الدائرة الكهربائية عندما يزال الضغط المؤثر على المفتاح .

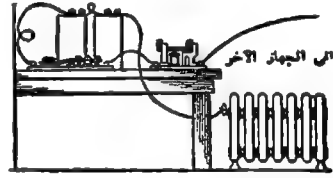


(شكل ١٥٦) في جهاز التلغراف ذي السلك الواحد ، توصل الأعمدة الجافة والمفتاح والمستقبل مع بعضها على التوالي

كيف يمكنك توصيل جهاز تلغرافي ذى اتجاهين ؟

يبين شكل ١٥٧ كيف توصل كل طرف من أطراف جهاز تلغراف

ذى اتجاهين . وتتصل الدائرة الثانية بجزء من جهاز التدفئة . يمكن استخدام كل مفتاح في كل جانب لإرسال رسالة . ويجب أن يكون أحد المفتاحين مقفولاً بينما يستخدم الآخر لعمل النقط والشرط .



(شكل ١٥٧) جزء واحد من جهاز تلغراف ذى اتجاهين

ويوجد في مفتاح التلغراف الصناعى محول (سويتش) ليحفظ المفتاح مقفولاً . وإذا قفل المفتاحان ، فيمر تيار كهربى باستمرار فى الدائرة . ويفتح عامل التلغراف أحد مفاتيح التوصيل عندما يرغب فى إرسال رسالة . وعندما يضغط على المفتاح عند طرفه تتمغطس المغناطيسات الكهربائية فى كلا الطرفين . وبعد إرساله للرسالة ، فإنه يقفل مفتاح التوصيل الذى عنده . ثم يفتح عامل التلغراف فى الطرف الآخر مفتاح التوصيل الذى لديه وينقر جواباً للرسالة التى وصلته . وفى الاتصال التلغرافى لمسافات طويلة ، تستخدم الأرض كجزء من الدائرة الكهربائية . وفى هذه الحالة يحتاج إلى سلك أقل وإلى إنشاء خطوط قليلة .

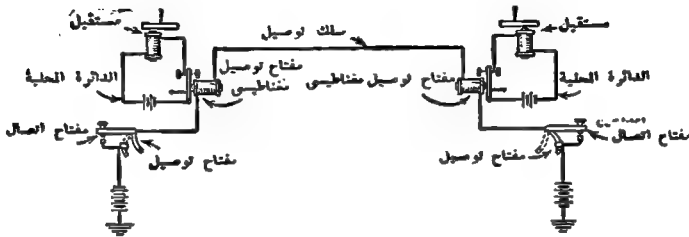
ومن النادر أن ترسل الرسائل باليد عند استخدام أجهزة التلغراف الحديثة . بل يكتبها عامل التلغراف على آلة تلغراف كاتب ، وتسجلها فى محطة الاستقبال آلة كاتبة لاقطة أوتوماتيكياً . وتطبع كلمات بدلاً من نقط وشرط على شريط من الورق . وترسل بهذه الطريقة الأخبار وتحذيرات البوليس بوساطة أحد موظفى التلغراف حيث تسجل فى محطات كثيرة فى نفس الوقت .

وتنقل الرسائل بين القارات بوساطة كابلات (أسلاك غليظة) مغطاة

بالرصاص تمتد في قاع المحيط . ويمكن لدائرة كهربية أن تحمل كثيراً من الرسائل في الاتجاهين في نفس الوقت .

مفتاح التوصيل المغناطيسي في دوائر التلغراف الكهربية

يحتاج إلى أسلاك طولها مئات الأميال وذلك لنقل الرسائل عبر المسافات البعيدة . وتسمح مقاومة هذه الأسلاك الطويلة لتيار ضعيف جداً بأن ير ويشغل مستقبل التلغراف . وللتغلب على هذه الصعوبة ، يوضع في الدائرة الكهربية مفتاح توصيل مغناطيسي . ويتركب هذا المفتاح من مغناطيس كهربي مكون من عدة لفات من سلك نحاس رفيع جداً ملفوف حول قلب (اسطوانة) من الحديد المطاوع . ويحفظ زنبرك ضعيف حافظه خفيفة الوزن بعيداً عن قطبي المغناطيس الكهربي . وتجعل كثرة اللفات السلكية والزنبرك الضعيف مفتاح التوصيل المغناطيسي حساساً ويتأثر بالتيارات الكهربية الصغيرة ويوصل مفتاح التوصيل المغناطيسي على التوالي مع مستقبل التلغراف وبطارية بالقرب من المستقبل . وهو يقفل الدائرة بين البطارية والمستقبل . وبينما يتأثر مفتاح التوصيل المغناطيسي بتيار الدائرة الضعيف ، يتأثر المستقبل بتيار البطارية وبذلك يقوم مفتاح التوصيل المغناطيسي كمفتاح توصيل فقط للدائرة كما هو مبين في شكل ١٥٨ . وتصمم مفاتيح توصيل مغناطيسية عديدة الأشكال



(شكل ١٥٨) تستخدم الأرض كجزء من الدائرة الكهربية في الاتصال التلغرافي لمسافات طويلة ويحتاج إلى مفتاح توصيل مغناطيسي . ويفسر الشرح أهميته .

والحجوم لأغراض خاصة . وهي أجهزة هامة في دوائر كهربية أخرى غير دوائر التلغراف الكهربية . وبعض استعمالاته هي في الدوائر الكهربية للراديو والتليفون والتليفزيون .

وأحياناً تطبع الجرائد في كثير من المدن نفس القصة بالضبط في نفس اليوم . وهذا لأن عامل التلغراف الذي لديه آلة كاتبة مرسله استخدم جهازاً تلغرافياً في إحدى المدن لترسل القصة إلى الجرائد في المدن الأخرى . حتى خط اليد يمكن الآن إرساله بالتلغراف ، ويمكن لرجل الأعمال أن يرسل رسالة بالتلغراف مذيّلة بامضائه .

اختبر معلوماتك

- ١ - اذكر أسماء بعض الأجهزة الحديثة المستخدمة في إرسال البرقيات .
- ٢ - اشرح من أين تأتي الطاقة التي تُشغّل مفتاح توصيل مغناطيسي موجود في دائرة تلغراف كهربية .
- ٣ - اشرح كيف يختلف مفتاح توصيل مغناطيسي في تركيبه بطريقة استخدامه عن مستقبل التلغراف .
- ٤ - اذكر أسماء الأجزاء الأساسية في جهاز تلغراف بسيط وصف فائدة كل منها .
- ٥ - لماذا يجب أن يكون مفتاح التوصيل مقفولاً في مفتاح التلغراف عند استقبال رسالة ؟

المسألة الثانية - كيف يعمل جهاز التليفون ؟

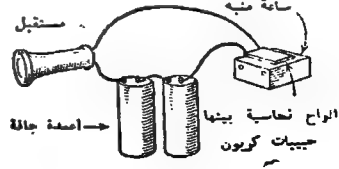
عندما اخترع التليفون عام ١٨٧١ ، كان ينظر إليه كأنه لعبة . وكان رجال الأعمال بطيئين في ابتداء استعماله . ففي أول الأمر جلب التليفون إلى مخترعه الكسندر جراهام بل بعض الشهرة أو المال ، وبعد مضي نصف قرن ، صحت ملايين من التليفونات في جميع أجزاء أمريكا الشمالية كتعبير عن الاحترام وذلك أثناء جنازة بل .

التليفون

لا ينقل الصوت مباشرة خلال أسلاك التليفون . بل تحول الموجات الصوتية إلى تيارات كهربية في المرسل . وينقل التيار الكهربائي بوساطة أسلاك تصل التليفونين . ثم تحول التيارات الكهربائية في المستقبل إلى موجات صوتية بنفس الدقة حتى أنك تتعرف عادة على الصوت المسموع .

كيف تتعلم تركيب وطريقة عمل مرسل التليفون ؟

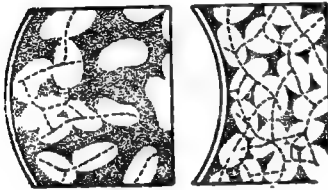
خذ قطعتين من النحاس أو الألومنيوم مربعتي الشكل طول ضلع كل منهما يساوى ٤ بوصات تقريباً . واعمل ثقباً صغيراً بالقرب من حافة كل قطعة . صل سلك توصيل طوله حوالى ٤٠ بوصة بكل قطعة . اقطع جزءاً من عمود الكربون الموجود بعمود جاف قديم إلى أجزاء صغيرة جداً فى حجم البسلة الصغيرة تقريباً . ضع إحدى القطعتين المعدنيتين (أو اللوحين) على سطح منبه كبير . انثر قطع الكربون بانتظام على سطح اللوح المعدنى . ثم ضع اللوح المعدنى الآخر على قطع الكربون .



ولا تدع قطع الكربون يمس بعضها البعض أو تمس جزء الساعة المعدنى . صل سلكى اللوحين بعمودين جافين متصلين على التواى (شكل ١٥٩) تحول الموجات الصوتية الصادرة من الساعة إلى موجات كهربية بواسطة المرسل البسيط .

قرب المستقبل من أذنك وأنصت . اطرق على اللوح المعدنى العلوى برقة بواسطة قلم رصاص . فإذا سمع ؟

عندما تتكلم فى مرسل التليفون ، تضغط موجات الصوت فى الهواء على حاجز معدنى رقيق يهتز تماماً كالأصوات التى تحدثها أثناء كلامك .



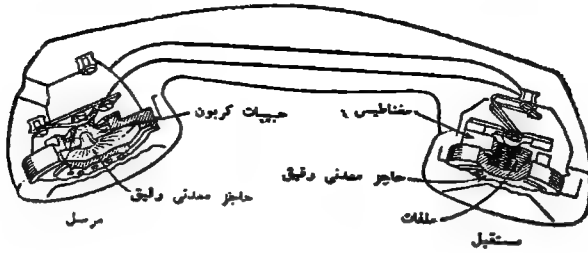
(شكل ١٦٠) حبيبات الكربون فى مرسل تليفون (مكبرة) . يمر تيار أكبر عندما تضغط حبيبات الكربون على بعضها كما هو مبين على اليمين : والخطوط الغير متصلة هى مررات التيار الكهربى خلال حبيبات الكربون

ويوجد صندوق صغير خلف الحاجز مملوء بحبيبات كربون صغيرة . فعندما يضغط الحاجز على حبيبات الكربون ، تنضغط جزيئات الكربون على بعضها البعض أكثر ويمر تيار كهربى خلالها بسهولة عن ذى قبل وعندما يبتعد الحاجز المهتز عن حبيبات الكربون فتبتعد عن بعضها ويمنع ذلك مرور التيار الكهربى خلالها . وهذه الطريقة يتحكم تيار كهربى أقل . وهذه الطريقة يتحكم

في التيار الكهربائي بحيث أنه يغير شدته تماماً كما تغير الموجات الصوتية الساقطة على الحاجز شدتها . ادرس شكل ١٦٠ .

يحول مستقبل التليفون التيار الكهربائي إلى موجات صوتية . ويوجد في مستقبل التليفون مغناطيس دائم على شكل حرف U وله مغناطيس كهربائي ملفوف على كل قطب . ويحفظ المغناطيس الدائم حاجزاً رقيقاً من مادة مغناطيسية قريب جداً من المغناطيسات الكهربائية . وبمرور التيار من أسلاك المرسل خلال المغناطيسات الكهربائية الموجودة بالمستقبل ، يهتز حاجز المستقبل تماماً كما يهتز حاجز المرسل . ويسبب اهتزاز المستقبل اهتزاز دقائق الهواء القريبة من أذن المستمع . وتكون الموجات الصوتية التي تصل إلى المستمع تماماً كالموجات الصوتية الساقطة على المرسل .

وعادة لا يكون مرسل التليفون الحديث ومستقبله منفصلين عن بعضهما . وبينهما شكل ١٦١ وهما مجتمعان في جهاز واحد .



(شكل ١٦١) في جهاز التليفون اليدوي يكون المرسل والمستقبل في جهاز واحد

عمل اتصال تليفوني

يمكنك بدء مكالمة تليفونية محلية بأن تطلب رقمين من عاملة التليفون التي تجلس أمام لوحة مفاتيح طويلة وتسمع طول الوقت دقائق معدنية وترى توهج إشارات ضوئية . فعندما ترفع المستقبل ، يقفل مفتاح وتضيء إشارة ضوئية أمام عاملة التليفون . فتضع مسماري توصيل داخل فجوتين صغيرتين على لوحة المفاتيح ، ثم تحرك رافعة لتدق جرس التليفون الذي أعطيت رقمه .

وتتوهج إشارتان ضوئيتان أعلى مكتبها إلى أن يرفع أحدٌ مستقبل التليفون المطلوب . وتكرن الدائرة مستعدة للاستخدام . وعندما تنتهى مكالمتك وبوضع كلا المستقبلين مكانها ، تتوهج ثانياً الإشارتان الضوئيتان أمام عاملة التليفون وهذه إشارة لها لتتزع مسارى التوصيل من لوحة المفاتيح .

وعندما تطلب مكاملة رقم تليفون فى مدينة أخرى أو فى جزء آخر من المدينة ، فإن عاملة التليفون تكرر الرقم المطلوب لعاملة تليفون ثانية التى تكمل توصيل الدائرة وتدق جرس تليفون الشخص الذى تطلبه .

التليفون ذو القرص

كثير من التليفونات ، كما تعرف ، مجهزة بقرص يحتوى على عشرة ثقب مرقومة بعشرة أرقام ، متسلسلة تبتدىء بـ ٠ وتنتهى بـ ٩ ، فى اتجاه عكس عقارب الساعة. وتحتوى ثمانية من هذه الثقوب على ثلاثة أحرف فى كل منها . ولكى تطلب الرقم وى-٥٢١، ترفع أولاً المستقبل. فتتحرك فى السنترال فرش معدنية تعمل بوساطة مغناطيسات كهربية إلى أعلى وإلى أسفل عمودياً على قضبان نحاسية إلى أن يوجد رقم تليفونك . وتلك النغمة الصادرة متى تم الاتصال وأن الخط مستعد للاستخدام . ثم تضع إصبعاً أو قلم رصاص على هذه الأحرف والأرقام بترتيب كتابة رقم التليفون ، وتدير القرص لكل ناحية اليمين إلى أبعد مسافة يتحركها القرص ، ثم تتركه . ويمكن سماع سلسلة من الدقات عملت بوساطة مفتاح مقطع عندما يرجع القرص .

ويسجل جهاز فى السنترال ، يسمى « العقل الكهبرى » ، الدفعات الكهربية الناتجة من إدارة القرص . وفى سنترال المدينة ، تتحول الدفعات إلى ثلاثة موصلات . الموصل الأول ، وهو الباحث عن الخط ، يعمل اتصالاً مع الخط المتصل بمجموعة التليفونات ذات الحرفين وى . والموصل الثانى ، ويسمى ضابط التوصيل للمفاتيح المغناطيسية ، يشغل سلسلة عدادات ويحضر مكالمتك إلى الرقم الذى أدرته على القرص تقريباً ، ربما لمجموعة تحتوى على

مائة من ذلك العدد . ثم يختبر الخط المطلوب ليرى إذا كان مشغولاً أم لا . فإذا كان مشغولاً ، فلا يتم الاتصال . وترسل إشارة خاصة إلى الخط المتكلم يعرف منها أن الخط المطلوب مشغول . وإذا لم يكن مشغولاً ، فإن الموصل الثالث يصل دائرة بها جرس إلى طرف الخط المطلوب . ويدق الآن جرس التليفون الذى رقمه وى - ٥٢١ ، فإذا رفع المستقبل تفتح دائرة الجرس ويمر تيار مستمر لتقوية المرسل . ويمكن أن تبدأ الآن مكالمتك .

اختبر معلوماتك

١ - اشرح كيف تستخدم طاقة الصوت فى تغيير شدة تيار كهربى بوساطة مرسل تليفون .

٢ - ماذا تتوقع رؤيته عندما تفك سماعة مستقبل تليفون وتنظر بداخلها .

٣ - اذكر أسماء الأجزاء الأساسية لمرسل تليفون و اشرح عمل كل جزء .

٤ - اذكر أسماء الأجزاء الأساسية لمستقبل تليفون و اشرح عمل كل جزء .

المسألة الثالثة - كيف يعمل جهاز الراديو ؟

الراديو مهم فى حياتنا اليومية . فهو يسلينا كما يمدنا بالمعلومات . وبه يمكننا أن نسمع قطعاً موسيقية وتمثيلات وقصص المغامرات وأخبار الألعاب الرياضية . كما أن نشرات الطقس تساعد فى تحذيرنا من العواصف أو تغيرات الطقس الأخرى . كما نجعلنا نشرات الأنباء السياسية فى بلدنا أو فى البلاد الأجنبية ، مواطنين ملمين بأخبار . ويستمتع الطلبة بانتظام فى كثير من المدارس ، إلى برامج الإذاعة . وستعلم فى هذه المسألة بعض المبادئ العلمية المستخدمة فى الإذاعة اللاسلكية . وربما ستقرر أن تعمل جهاز إرسال واستقبال لاسلكى وتحصل على رخصة حكومية كهواٍ لاسلكى .

موجات اللاسلكى

إن فكرة الحركة الموجية ليست جديدة عليك . فقد تعلمت فى دراسات سابقة أن الحرارة والضوء موجات مشعة . وكذلك فإن موجات الراديو أيضاً

هى موجات مشعة . ويمكنك اختبار وجود الموجات الحرارية والموجات الضوئية بوساطة حواسك ولكن ليس عندنا أى حاسة تستطيع أن تشعر بموجات اللاسلكى . تمر يومياً موجات لاسلكية من محطات إذاعة لاسلكية كثيرة خلال جسمك ولكن لا تؤثر فيك . وبذلك تحدث أشياء لا يمكن للعين رؤيتها ولا للأذن سماعها أثناء إرسال واستقبال الرسائل اللاسلكية . وهذا أحد الأسباب التى جعلت الراديو يظهر كجهاز غامض لكثير من الناس .

وموجة الراديو هى اضطراب ينتشر فى الفراغ . وتتكون موجات الراديو عندما تتذبذب الالكترونات إلى الأمام وإلى الخلف بسرعة .

وبما أن الموجات الحرارية والضوئية واللاسلكية كلها موجات مشعة ، فكيف تختلف الواحدة عن الأخرى ؟ إن الاختلاف الأساسى هو فى أطوال أمواجها . فالموجات اللاسلكية طول موجى أطول بكثير من أطوال الأمواج الحرارية أو الضوئية .

لقد عرفت ، عندما درست التيارات المترددة ، أن التيار يمر خلال الموصلات أولاً فى اتجاه ما ، ثم فى الاتجاه المضاد . تسمى هذه التغيرات السريعة فى حركة الالكترونات بالذبذبات . ويتذبذب معناها يتحرك إلى الأمام وإلى الخلف ويكرر هذه الحركة بانتظام . فثلاً يتذبذب بندول ساعة الحائط ويقال إن قطعة خشب تتحرك إلى أعلى وإلى أسفل على موجات ماء بأنها تتذبذب . والموجات اللاسلكية ما هى إلا تذبذبات .

وبقاس الطول الموجى لموجة لاسلكية ، كما فى حالة موجات الصوت وموجات الماء وكل أنواع الموجات الأخرى ، من نقطة معينة على الموجة إلى نقطة مناظرة على الموجة التالية . فبكون مثلاً طول المسافة من قمة على إحدى الموجات اللاسلكية إلى قمة الموجة التالية لها مساوياً لطول موجى واحد . ويسمى عدد الذبذبات التى تمر بنقطة معينة فى الثانية بالتردد . كما تسمى المسافة التى تقطعها الموجة فى الثانية الواحدة بالسرعة .

هناك علاقة رياضية محددة بين طول موجة وتردد وسرعة موجات اللاسلكى . ويعبر عن هذه العلاقة بالمعادلة البسيطة الآتية :-

$$\text{طول الموجة} = \frac{\text{سرعة الموجة}}{\text{التردد}}$$

وتبلغ سرعة الموجات الحرارية والموجات الضوئية وموجات اللاسلكى حوالى ١٨٦٠٠٠ ميل فى الثانية أو حوالى ٣٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ متر فى الثانية . ومن الشائع ، عند استخدام موجات اللاسلكى ، أن يعبر عن التردد بوحدات كيلو سيكل فى الثانية وعن طول الموجة بالأمتار . فمثلا تستخدم محطة الإذاعة اللاسلكية WABC فى مدينة نيويورك تردداً قدرة ٨٦٠ كيلو سيكل أو ٨٦٠ ٠٠٠ سيكل . فما هو طول الموجة الذى تستخدمه محطة إذاعة مدينة نيويورك الـ WABC ؟ وباستخدام المعادلة التى تعطى طول الموجة السابق اعطاؤها ، نجد أن لمحطة WABC

$$\begin{aligned} \text{طول موجى} &= \frac{٣٠٠ \ ٠٠٠ \ ٠٠٠ \text{ متراً}}{٨٦٠ \ ٠٠٠ \text{ سيكل}} \\ &= ٣٤٩ \text{ متراً} \end{aligned}$$

إن موجات اللاسلكى هى موجات طويلة ويختلف طولها من عدة أمتار إلى آلاف الأمتار .

تاريخ اللاسكى

نشأ اللاسلكى الحديث من اكتشافات أكثر من عالم واحد . وقد قيل إن « اللاسلكى ولد فى معادلات رياضية » . وفى الوقت الذى حدث فيه الحرب الأهلية الأمريكية تقريباً ، توصل جيمس كلرك ماكسويل ، وهو عالم اسكتلندى ، إلى أنه يمكن إرسال كل الصور الممكنة للطاقة الإشعاعية فى الفراغ على هيئة موجات . وعلى كل حال لم يكن ماكسويل عالماً عملياً . وكان على عاتق علماء آخرين أن يقوموا بتجارب لتحقيق آراء ماكسويل .

وبعد ذلك بخمس وعشرين سنة ، أجرى هنريش هيرتز تجربة ملحوظة

ونجح في إرسال موجات لاسلكية في الفراغ.

إذا وصل ملف حث بلوحيين معدنيين

كما هو مبين في شكل ١٦٢ . وكان

اللوحيان يمثلان السلك الهوائى المرسل .

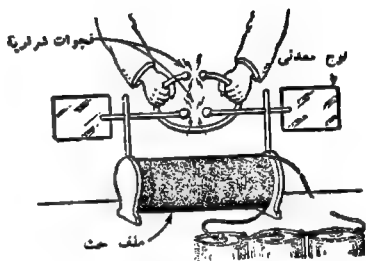
وعمل حلقة بها فتحة . ووقف في أحد

أطراف المعمل حاملاً هذه الحلقة ، بينما

تتكون في طرف المعمل الآخر شرارات

بين طرفي نهاية ملف الحث . وفي نفس

اللحظة عبرت شرارات خلال فتحة الحلقة



(شكل ١٦٢) بدأ اللاسلكى بتجربة أجراها

هيرتز. إذ تكونت شرارات بين طرفي لفة السلك

عندما تكونت شرارات بين سلكي ملف الحث.

وقد وصلت الموجات الكهربائية الصادرة من

ملف الحث إلى لفة السلك عبر المعمل

التي بين يديه . وهكذا تم الاكتشاف العظيم . وانتقلت موجات اللاسلكى

من شرارة الملف (جهاز الإرسال) إلى الملف الذى في يديه (جهاز الاستقبال).

وتحقق اعتقاد مكسويل بعد مضي حوالى خمسة وعشرين عاماً .

وعندما تتذبذب الكترونات إلى الأمام وإلى الخلف بسرعة كبيرة

في مادة أو في الفراغ فإنها تصبح مركزاً لاضطراب كهربى . وهذا ما يحدث

في ملف حث . ويكون الضغط الكهربى كبيراً للدرجة أنه يتغلب على مقاومة

القيمة الهوائية بين طرفي الملف الثانوى . وتندفع الالكترونات عبر الفتحة

بسرعة كبيرة . وحالما تتكروم في أحد الطرفين ، ثم تبدأ في الاندفاع في الاتجاه

المضاد وبذلك تتذبذب الالكترونات بين طرفي الفتحة . ويكون مثل هذا

النوع من الاضطراب الكهربى مصدراً لموجات لاسلكية . ففكر هيرتز في

إمكان استخدام هذه الموجات اللاسلكية في الاتصال ، ولكنه لم يتمكن من

عمل جهاز يمكن اختبار هذه الموجات على بعد من مصدرها . وانتظرت هذه

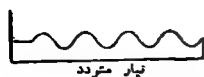
الفكرة ما ركوفى ، وهو عالم تجريبى إيطالى ، ليكتشف كيف يمكن استخدام

اللاسلكى لأغراض الاتصال .

إن أى شرارة كهربية تستطيع إصدار موجات إشعاعية . وترسل الشرارات فى آلة سيارة موجات تمكن استقبالها بجهاز راديو . وقد استخدمت أجهزة إرسال شرر لأعوام كثيرة فى إرسال رسائل بالشفرة . وقد سُمى إرسال الإشارات اللاسلكية بهذه الطريقة بالتلغراف اللاسلكى . وكانت الموجات الصادرة باستمرار من شرر ولفترة زمنية صغيرة جداً تمثل نقطة . وكان للشرطة ثلاثة أضعاف طول الفترة الزمنية للنقطة وكان يستخدم مفتاح تلغراف للتحكم فى النقط والشرط . وفى عام ١٩٠٠ تمكن ماركونى من الاتصال عبر المحيط الأطلسى . وأرسل إشارات لاسلكية من إنجلترا إلى نیوفونلاند . وكانت تستخدم أجهزة الإرسال الشرارية فى إرسال رسائل بالشفرة النقطة والشرطة فقط ، ولم تتمكن من إرسال كلام أو موسيقى .

الإذاعة اللاسلكية اليوم

إن الذبذبات التى تكوّن الكلام والموسيقى لمعقدة جداً . ومن المستحيل إذاعة كلام بواسطة الموجات المتكوّنة من شرارة فى فتحة . ولكن اليوم تنتج الموجات اللاسلكية بواسطة صمامات .



(شكل ١٦٣) مبين فى أعلى الرسم شكل موجة منخفضة التردد من الميكرفون . وفى الشكل الأوسط مبين موجة حاملة ذات تردد عال . ومبين فى الشكل السفلى موجة مكيفة حيث اندمجت الموجة الصوتية مع الموجة الحاملة

يرسل الكلام والموسيقى على أمواج حاملة . وتكيف هذه الأمواج بالصوت أو بالموسيقى عند الميكرفون . ماذا يقصد بتكيف ؟ يقصد بها ببساطة أن تتغير الأمواج الحاملة بواسطة الأمواج الصوتية الساقطة على الميكرفون فى محطة الإذاعة حيث يكرّن الميكرفون تياراً نبضياً كما يحدث فى مرسل التليفون . ثم يمزج التيار النبضى مع الأمواج الحاملة الآتية من المتذبذب ، مكوناً الموجات المكيفة ذات التردد العالى . وبفحص شكل ١٦٣ ، سترى أن سعة الموجة الحاملة قد تغيرت كثيراً فى هذه العملية . وفى الحقيقة فإن الموجات اللاسلكية تتذبذب على حسب

الأصوات الحادثة أمام الميكروفون في ستوديو الإذاعة وتسمى السعة في هذه الحالة بالسعة المكيفة أو س . م . لموجات اللاسلكي .

وعندما تصطدم الآن هذه الموجات المكيفة بسلك هوائي لجهاز راديو (مستقبل) تنشأ تيارات مترددة في أجزاء السلك الهوائي . ويبنى المستقبل بحيث أنه يفصل الأمواج ذات التردد المسموع من الأمواج الحاملة العالية التردد وتصدر الأصوات الأصلية أمام الميكروفون البعيد .

ولفهم جهاز الاستقبال (الراديو) الحديث وجهاز الإرسال الحديث ، يجب أن تفهم صمام الراديو . إذ أنه عصب الراديو الحديث .

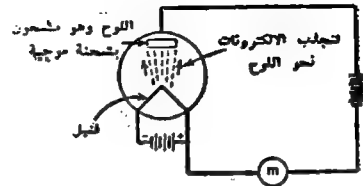
صمام الراديو

كان مصباح التوهج (الكهربى) مقدمة لصمام مفرغ أو لصمام الراديو . وقد اخترع توماس أديسون المصباح المتوهج كما عمل أول اكتشاف يؤدي إلى اختراع صمام الراديو . فيحتوى مصباح التوهج على قطب واحد وهو الفنتيل . ثم وضع اديسون قطباً ثانياً فى الصمام ويسمى باللوح . ويجب أن تفهم كيف تتأثر الالكترونات فى مادة مسخنة قبل أن تتمكن من معرفة تأثير اللوح فى الصمام .

تشع الأجسام الساخنة (أى تطلق) الكترونات . والالكترونات فى المادة فى حركة دائمة . وتنطلق بعض الالكترونات من المادة فى درجات الحرارة العادية . ولكن إذا سخنت بعض المواد فانها تشع الكترونات بسهولة تامة . أما أكاسيد عناصر الباريوم والكالسيوم والسترونشيوم فانها تشع الكترونات بسهولة فى درجات الحرارة المنخفضة . وتغطى الفتائل فى صمامات الراديو الحديثة بمخاليط من هذه الأكاسيد . هل لاحظت مرة أن الصمامات التى فى جهاز الراديو الذى تملكه يكون لها لون أحمر غير متوهج حتى إنه يصعب رؤيته ، عندما تدير جهاز الراديو ؟ فى هذه الحالة ، تطلق فتائل هذه الصمامات الكترونات بكميات وفيرة .

ما الذي يحدث في الصمامات الثنائية ؟

يبين شكل ١٦٤ أجزاء صمام ثنائي وكيف يتكثّر تيار بوساطته في دائرة اللوح .



تتصل البطارية « أ » بالفتيل في دائرة

مقفلة . ويسخن تيار البطارية « أ » الفتيل .

فتنطلق الإلكترونات من الفتيل في جميع الاتجاهات . ويوصل لوح الصمام بالقطب

(شكل ١٦٤) تنجذب الإلكترونات السالبة

المنبعثة من الفتيل الساخن في الصمام الثنائي

إلى اللوح المشحون بشحنة موجبة . وبذلك يمر

تيار من الفتيل إلى اللوح

الموجب لبطارية « ب » فتجذب الشحنة الموجبة التي على اللوح ،

الإلكترونات التي هي دقائق سالبة التكهرب ، وبذلك تعبر الإلكترونات

المسافة بين الفتيل واللوّح . ثم تسير هذه الإلكترونات خلال البطارية « ب »

ثم إلى الفتيل الساخن مكتملة للدائرة الكهربائية .

وقد حسن سير جون أمبروز فلمنج كفاية الصمام الثنائي بتقريب اللوح

إلى الفتيل أكثر مما فعل أديسون ، كما أنه ثنى اللوح على شكل اسطوانة حول

الفتيل . وبذلك جذب اللوح الأسطوانى الإلكترونات المنبعثة من الفتيل في

كل الاتجاهات ، وهذا زاد جداً من شدة التيار . ولهذا الأسباب يسمى الصمام

الثنائي أحياناً بصمام فلمنج .

ثم كانت الخطوة العظيمة التالية في تقدم صمامات الراديو من الدكتور

لى دى فررست وهو أمريكى نابّه ومن كبار الرواد انذين اشتغلوا في اللاسلكى

ففي عام ١٩٠٧ ، حول الصمام الثنائي إلى أول صمام راديو حقيقى بإضافة قطب

ثالث له يسمى بالشبكة . وقد كانت الإذاعة اللاسلكية مستحيلة قبل اختراع

دى فررست هذا .

ويخدم صمام الراديو ، عندما يستخدم في الإذاعة اللاسلكية ، في ثلاثة

أغراض .

١ - يستخدم كمتذبذب . إذ يكوّن الأمواج الحاملة العالية التردد .

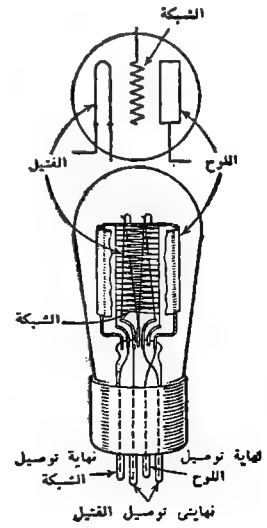
٢ - يستخدم كمكيف . إذ يمزج الموجة الصوتية أو الموجة الموسيقية بالموجة الحاملة .

٣ - يستخدم لتكبير الأمواج المكيفة قبل أن تصل إلى المقوم .

تجربة ١٤٤

م يتركب صمام الراديو ؟

أحضّر صماماً تالفاً وانزع الانتفاخ الزجاجي وذلك ببرد الجزء القريب من قاعدة الصمام . لاحظ أجزاء الصمام الثلاثة وستجد أن اللوح عبارة عن رقيقة معدنية تحيط بالشبكة ، والشبكة عبارة عن ملفات من سلك رفيع محيط بالفتيل ، والفتيل وهو سلك رفيع مشدود داخل الشبكة . ويمكن رؤية هذه الأجزاء الثلاثة أحياناً في صمام سليم عندما يسخن الفتيل . وهذه الأجزاء مبينة في شكل ١٦٥ . كما هو مبين في نفس الشكل رسماً يمثل صماماً ثلاثياً .



ويدل اختبارنا لصمام الراديو على أنه يتكون

من انتفاخ زجاجي صغير ومفرغ تماماً من الهواء .

وعلى كل حال ، فإنه يصنع آلاف من الأنواع

المختلفة لصمامات الراديو التي تستخدم لأغراض متنوعة

يبيّن الرسم العلوي كيف يمثل وتتراوح أحجامها من الأنواع الضخمة التي تبرد

للأقطاب الثلاث في دائرة كهربية بالماء المستخدمة في محطات الإذاعة الكبيرة ،

إلى الأنواع الصغيرة المستخدمة في أجهزة الراديو المتحركة (التي يمكن حملها

والتمثل بها) . ويسمى كثير من الصمامات الموجودة في أجهزة الاستقبال

(الراديو) تبعاً لعدد الأقطاب التي بداخلها : صمام ثنائي (به قطبان) ، صمام

ثلاثي (به ثلاثة أقطاب) ، صمام رباعي (به أربعة أقطاب) ، وصمام خماسي

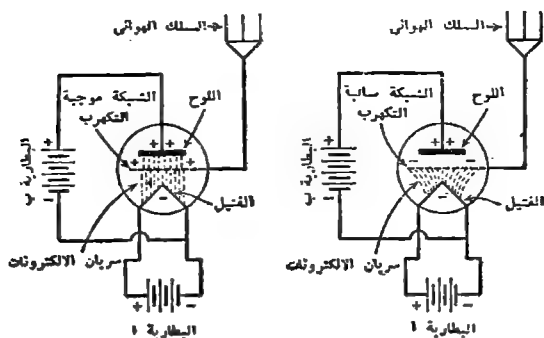
(به خمسة أقطاب) .

وستنصّر دراستنا في هذا الكتاب على الصمام الثلاثي (به ثلاثة أقطاب) .

ولقد رأينا أن الصمام الثلاثي يحتوى على فتيل وشبكة ولوح . ويوجد الفتيل في وسط الصمام . ويتصل طرفا الفتيل بمسماي تثبيت في القاعدة . ويوجد حول الفتيل شبكة من السلك ، هي شبكة الصمام . وت عزل الشبكة عن الفتيل وتوصل إلى أحد مسامير التثبيت الصغيرة . ويحيط بالفتيل وبالشبكة قطعة دائرية من المعدن (الصلب) وهي اللوح . ويوصل اللوح بمسماي تثبيت آخر صغير في القاعدة .

كيف يعمل صمام الراديو

ادرس شكلى ١٦٥ ، أثناء قراءتك للأجزاء القادمة لتعرف كيف يعمل صمام ثلاثي . يوصل طرفا فتيل الصمام بمصدر للتيار وليكن البطارية « ا » . يسخن التيار الفتيل . يتأثر الفتيل المعدنى بشدة بالحرارة وتنبعث منه الكترونات .



(شكل ١٦٦) يبين الرسم كيف تتحكم الشبكة في مرور التيار من الفتيل إلى اللوح . ستفهم ذلك جيداً إذا درست الرسم بعناية

يوصل اللوح بالقطب الموجب (+) لمصدر تيار آخر ، وليكن البطارية « ب » . ولذلك فاللوح دائماً مشحون بشحنة موجبة . وبما أن الالكترونات المنبعثة من الفتيل سالبة التكهرب ، فتجذب نحو اللوح المشحون بشحنة موجبة . وتمر الالكترونات خلال فتحات الشبكة ومنه إلى اللوح وتكمل مسيرها خلال البطارية « ب » ثم ترجع إلى الفتيل .

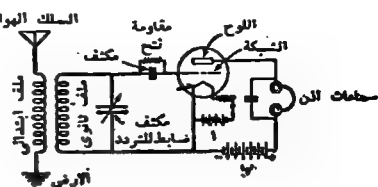
ما هو عمل الشبكة ؟ تتحكم الشبكة في مرور الالكترونات من الفتييل إلى اللوح . وعندما تشحن الشبكة بشحنة سالبة تنافر معها الكترونات الفتييل مسببة بقاءها بالقرب من الفتييل (انظر شكل ١٦٦) . وبذلك يقل التيار الذى فى دائرة اللوح . وعندما تشحن الشبكة بشحنة موجبة ، فتجذب الالكترونات وتساعد على الوصول إلى اللوح ولذلك يزيد تيار اللوح (انظر شكل ١٦٦) .

تبنى اليوم أجهزة الاستقبال (الراديو) التى تستخدم التيار المتردد مباشرة من مصدره بالمنزل بدلا من بطاريات . وللصمامات المستخدمة فى هذه الأجهزة صفائح التى بلورها تسخن قطعة أخرى معدنية تسمى بالكاثود . ويعمل هذا لمنع « ضوءاء خافتة » تحدث فى الجهاز إذا سخن الكاثود مباشرة بتيار متردد . ويشع الكاثود الالكترونات .

جهاز الراديو بصمام واحد

يبين شكل ١٦٧ الأجزاء والتوصيلات المستخدمة فى جهاز استقبال

أولاً أن السلك الهوائى متصل بالملف (صمام ثلاثى) . لاحظ الابتدائى لملف حث ومنه إلى الأرض . ويتصل نهايتا سلك الملف الثانوى لملف



(شكل ١٦٧) الأجزاء والتوصيلات المستخدمة فى جهاز استقبال ذو صمام واحد للتردد . ويتصل أحد طرفى هذا

المكثف بمكثف صغير ثابت السعة يسمى بمكثف الشبكة ، الذى يوصل بين طرفيه مقاومة كبيرة تسمى مقاومة نتح . ويتصل الطرف الآخر لمكثف الشبكة بشبكة الصمام . ويتصل طرف المكثف المتغير بالفتيل .

دعنا الآن نرى كيف يعمل هذا الجهاز ، تصطدم الموجات اللاسلكية التى فى الأثير بسلك جهاز الاستقبال الهوائى . وبسبب طبيعة الموجات اللاسلكية ،

ينشأ تيار متذبذب أو متردد في دائرة السلك الهوائى - الأرضى . ويحدث هذا التيار المتردد المتذبذب في الملف الابتدائى تياراً في الملف الثانوى .

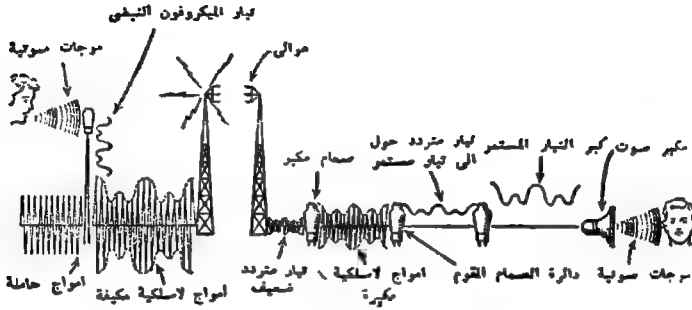
وعندما يتذبذب تيار من الالكترونات في الملف الابتدائى ، فتجتمع الكترونات خارج الملف الثانوى على السلك المتصل بمكثف الشبكة وتصل إلى الشبكة . وتتنافر الآن الالكترونات مع الشبكة وبذلك يقل مرور الالكترونات من الفتل إلى اللوح . وتبعاً لذلك يقل تيار اللوح . وفي الحالة الأخرى ، عندما يشحن الملف الابتدائى بشحنة موجبة ، فتجذب الالكترونات من الشبكة إلى الملف الثانوى وتقل بذلك كمية الشحنة السالبة التى على الشبكة . وبذلك تتمكن الالكترونات الآن من المرور من الفتل إلى اللوح بسهولة أكثر ويزداد تبعاً لذلك تيار اللوح .

بذلك يسبب عمل الشبكة مرور تيار نبضى مستمر يقضى إلى سماعات الأذن وبالإضافة إلى هذا ، فإن هذا التيار النبضى المستمر موافق في النغمة مع التيار المتذبذب الذى في دائرة السلك الهوائى - الأرضى . وبذلك ينتقل أى تغير في شدة ذبذبات السلك الهوائى أو في طبيعتها خلال الصمام ويحدث نفس التأثير في دائرة اللوح . ويعمل الصمام الذى في جهاز الاستقبال ذى الصمام الواحد عمل مقوم ومكبر .

وهناك أهمية عظمى لمقاومة التتح . إذ تتراكم بعض الالكترونات من الفتل على الشبكة عندما تكون موجبة . فإذا سمح باستمرار ذلك ، فحالما توقف الشبكة أى الكترونات وتمنعها من الوصول إلى لوح الصمام ويوقف عمل الصمام تماماً . ولكن مقاومة التتح المتصلة عبر مكثف الشبكة نهيء طريقاً لهذه الالكترونات لكى تهرب من الشبكة .

تكبير الموجات اللاسلكية

لا يكون جهاز الاستقبال ذو الصمام الواحد قوياً بحيث يستطيع تشغيل مكبر صوت . ولكن من حسن الحظ أنه يمكن استخدام صمامات الراديو



(شكل ١٦٨) هل يمكنك تتبع الموجات الصوتية من صوت البث التي إلى اليسار داخل أجهزة الإرسال والاستقبال الى الموجات الصوتية التي يسمها الولد الذي الى اليمين ؟

مكبرات . فيمكن استخدام الصمامات لتكبير الموجات اللاسلكية قبل أن تدخل في صمام التقويم . وتسمى الصمامات في هذه الحالة . شكل ١٦٨ مكبرات للذبذبات اللاسلكية العالية ، أو يمكن استخدامها في تكبير التيار النبضي الخارج من صمام التقويم . وتسمى في هذه الحالة مكبرات للذبذبات سمعية .

جهاز استقبال (راديو) حديث

يستمع أغلب الناس إلى أجهزة الراديو التي لديهم . كما أنهم يندهشون لما تعمله هذه الأجهزة ، ولكن قليلا من الناس يفهم كيف تعمل هذه الأجهزة ويمكن فهم هذه الحقيقة عندما يختبر شخص الدوائر الكهربائية الكثيرة والأجزاء المختلفة الموجودة في جهاز راديو حديث . وسنقدم الآن تفسيراً مختصراً لجهاز استقبال حديث . ويمكنك معرفة المزيد عن أجهزة الاستقبال عندما تدرس علم الطبيعة .

تذيع كل محطة إذاعة موجودة في منطقتك برامجها على أمواج حاملة ذات ترددات ثابتة . وتستخدم كل محطة إذاعة تردداً خاصاً لموجتها الحاملة مختلفاً عن الآخرين . ويستقبل السلك الهوائي في جهاز الاستقبال الذي لديك هذه الأمواج الحاملة المختلفة ويغذى بها جهاز الاستقبال .

وبعد أن تصل جهاز الاستقبال بمصدر الكهرباء ، فانك تدبر مفتاحاً

لتختار البرنامج الذى تريده . وبمعنى آخر انك تختار الموجة الحاملة المرغوبة من الأمواج الحاملة التى يستقبلها السلك الهوائى . وتسمى هذه العملية ضبط محطة الراديو .

إذا نظرت داخل جهاز الاستقبال فستجد أن مفتاح ضبط المحطة متصل بمجموعة من المكثفات المتغيرة السعة اتصالاً ميكانيكياً . فعندما تدوير المفتاح ، تدور الألواح المتغيرة بين الألواح الثابتة للمكثف . وبذلك تختار بهذه الحركة المحطة التى تريدها .

تعمل أغلب أجهزة الاستقبال بفكرة الهترودين . وتعنى كلمة الهترودين ضربات ترددية . ويمكنك فهم معنى هذا باعتبار مثال صوتى . فمثلاً تحدث شوكتان رنانتان مختلفتا التردد ضربات إذا طرقتاً مع بعضهما . فمثلاً إذا طرق شوكتان رنانتان ترددهما ٨٠ ، ٨٤ ذبذبة فى الثانية مع بعضهما ، فانهما يحدثان ٨٤ - ٨٠ أو ٤ ضربات فى الثانية . ويشبه ذلك فكرة الهترودين المنتشرة الاستخدام فى أجهزة الاستقبال . ولتوضيح ذلك ، عند خلط ذبذبات ترددها ١٦٠٠ كيلو سيكل فى الثانية مع ذبذبات أخرى ترددها ١١٠٠ كيلو سيكل فى الثانية ، فنتج ضربات ترددية مقدارها ١٦٠٠ - ١١٠٠ أو ٥٠٠ كيلوسيكل فى الثانية .

اختبر معلوماتك

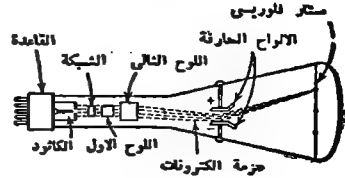
- ١ - كيف تختلف الموجات اللاسلكية عن الاشعاعات الحرارية والضوئية ؟
- ٢ - ما هى التحسينات التى قدمها هيرتز وماركونى للإذاعة اللاسلكية ؟
- ٣ - اشرح التعبيرات الآتية : موجة حاملة ، موجة مكيفة
- ٤ - ما هى أجزاء صمام ثلاثى ؟
- ٥ - ما عمل كل جزء من أجزاء صمام كهربي ؟
- ٦ - ارسم شكلاً لجهاز استقبال ذى صمام واحد و اشرح طريقة عمله .

المسألة الرابعة - ما هو التليفزيون ؟

أصبح الاتصال بمسافات بعيدة سريعاً ورخيصاً وذلك نتيجة انتشار استخدام التليفونات وأجهزة الراديو . ولقد أنتجت التجارب العلمية خلال ربع قرن مضى جهازاً هاماً وهو التليفزيون . وقد وضعت في خلال بضع سنين ، ملايين من أجهزة استقبال التليفزيون في المنازل ومراكز الترفيه والمستشفيات . ويمكننا الآن أن نرى حداثاً تحدث على بعد أميال كثيرة ، كما نسمع أيضاً الأصوات الحادثة بالقرب من المنظر المرئي . وستعلم في دراستك لهذه المسألة بعض مبادئ علمية عن التليفزيون .

أنابيب أشعة الكاثود

يستخدم كل من مرسل التليفزيون ومستقبله أنبوبة أشعة الكاثود . ويمكن وصف أنبوبة أشعة الكاثود بأنها أنبوبة ثقيلة من الزجاج على هيئة قمع وكثير من هذه الأنابيب طولها قدم أو أكثر . انظر شكل ١٦٩ .



(شكل ١٦٩) يجب أن تفهم كيف تعمل أنبوبة أشعة الكاثود حتى تعرف كيف يتم التليفزيون

وبالقرب من قاعدة أنبوبة أشعة الكاثود يوجد ملف تسخين من التنجستن .

وتحيط أسطوانة من النيكل بملف التنجستن . ويغطي طرف الأسطوانة خلوط من أكاسيد معدنية . يسخن ملف التنجستن الساخن الأسطوانة النيكلية وتفقد طبقة الأكسيد تيار من الإلكترونات يسمى حزمة الكهارب . وتتناثر شبكة سالبة التكهرب مع بعض الإلكترونات وإلا كانت تترك حزمة الكهارب الموجهة خلال ثقب صغير في الشبكة . وتجذب ألواح موجبة التكهرب ، تسمى مصاعد (جمع مصعد) ، حزمة الكهارب وبذلك تزداد سرعتها . ويسمى هذا الجزء بالمندفع الإلكتروني . وبوضع لوحان مشحونان بشحنتين كهربيتين مختلفتين في مسار حزمة الكهارب ، نجد أن الحزمة تنحرف عن اتجاهها

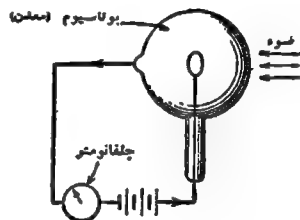
الأصلى . حيث أن أحد اللوحين موجب التكهرب وموضوع فوق الحزمة وبذلك يجذبها . أما اللوح السفلى فهو سالب التكهرب ويتنافر مع الحزمة . ويمكن بنفس الطريقة إحداث انحراف في حزمة الكهارب إلى اليمين أو إلى اليسار وذلك بوضع ألواح مشحونة على يمين وعلى يسار الحزمة . ويمكن استخدام مغناطيس كهربي بدلا من الألواح المشحونة لإحداث نفس التأثير ، أى لتحداث انحرافاً حزمة الكهارب .

يمكن إحداث انحرافات سريعة لحزمة الكهارب بحيث لا يمكن لعين الإنسان تتبعها . فتوصيل اللوحين المشحونين بتيار متردد ، تغير شحنة سطحهما عدة مرات في الثانية تماماً كتردد التيار . فإذا استخدم تيار متردد تردده ٦٠ سيكل (دورة) ، فستنحرف الحزمة إلى أسفل ٦٠ مرة في الثانية كما تنحرف أيضاً إلى أعلى ٦٠ مرة في الثانية . وفي هذه الحالة ترى العين فقط خطأً رأسياً مضيقاً على الستار الفلوريسى الذى بنهاية الأنبوبة الواسعة . وإذا وصل تيار متردد تردده ٦٠ سيكل باللوحين على جانبي حزمة الكهارب المتذبذبة ، فيظهر خط أفقى مضىء على الستار الفلوريسى . وباستخدام الأربعة الألواح أو زوجين من ملفات مغناطيسات كهربية بدلا منها ، تظهر حزمة الكهارب الخارجة من المدفع الالكتروني على كل سطح الستار الفلوريسى .

العين الكهربية

يمكن تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربية . وتسمى أحيانا الخلية

الكهروضوئية بالعين الكهربية ، وهى انتفاخ مفرغ ، ويتصل سلك من أحد قطبي بطارية بحلقة أو بلوح من النيكل أو البلاتين خلال جدار الأنبوبة وينفذ فى الأنبوبة سلك آخر متصل بقطب البطارية الآخر ، ويتصل بطبقة



(شكل ١٧٠) تحول الخلية الكهروضوئية الضوء إلى كهريا . ادرس الجزء النظرى لتعرف كيف يتم هذا التحول عندما يسقط ضوء على طبقة البوتاسيوم ،

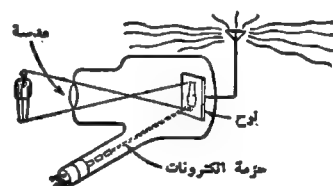
تمر الكثرونات من البوتاسيوم إلى لوح النيكل . ويكثر عدد الالكترونات المارة إذا اشتد الضوء الساقط . وهذه الطريقة تحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربية . ولا يمر أى تيار عندما تكون الخلية الكهروضوئية فى ظلام تام . ويحدث الضوء الخافت تيار ضعيف ، كما يسبب ضوء شديد ساقط على طبقة البوتاسيوم تياراً أقوى ، وتناسب شدة التيار مع شدة الضوء الساقط على الخلية . أما التيار الضعيف الناتج من سقوط ضوء خافت على الخلية ، فيمكن تكبيره بصمامات أخرى .

وهناك استعمالات كثيرة للخلايا الكهروضوئية . فيحتوى جهاز قياس شدة الضوء الذى يحمله مصور فوتوغرافى على خلية كهروضوئية . كما تعمل العين الكهربائية فى محطات السكك الحديدية كمفتاح توصيل لتشغيل فالتحات أبواب . كما يمكن عد حبات الخرز والأزرار بسرعة بجعلها تنزلق بين حزمة ضوئية وعين كهربية . وكذلك يمكن عد الأشخاص أو السيارات المتحركة بين شعاع ضوئى وعين كهربية . وتستخدم العين الكهربائية أيضاً فى الأنلام الناطقة كما تساعد فى قياس وقطع طول معين من قماش وتطابق الألوان وللكشف عن وجود دخان ولقرع أجراس إنذار للصوص .

الايكونوسكوب او جهاز الارسال الحديث

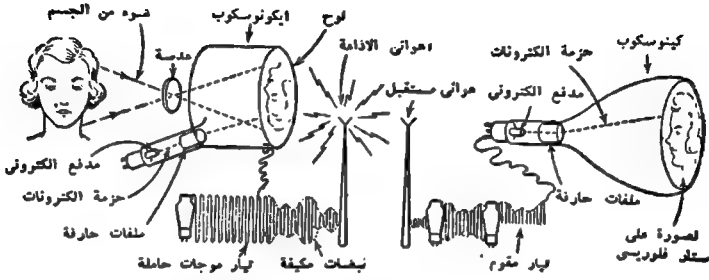
تستخدم الخلية الكهروضوئية فى جهاز التليفزيون . وقد استبدل

المهندسون الكهربيون الستار الفلورىسى المرجود فى أنبوبة الكاثود بحاجز من الميكا كما هو مبين فى شكل ١٧٢ . وتغطى



أعين كهربية دقيقة أحد سطحي حاجز الميكا المغطى سطحه الآخر بطبقة من الفضة وتسمى الأنبوبة التى بها هذه التغيرات بالايكونوسكوب وهو جهاز يستخدم فى إرسال

(شكل ١٧١) لا تستخدم كاميرا التليفزيون أو أنبوبة الايكونوسكوب فى جهاز التليفزيون ، أى فيلم . وبدلاً منه ، تستقبل خلايا كهروضوئية تغيرات المنظر



(شكل ١٧٢) تحدث الملفات الموجودة أعلى وأسفل المدفع الإلكتروني بجهاز استقبال التلفزيون، تيار من الإلكترونات لتسقط على الحاجز بنفس تغيرات المنظر الذي أمام الكاميرا

الصور في كاميرا التلفزيون . فعندما يسقط ضوء قوى على الجسم المراد تلفزته تعكس أجزاء الجسم الفاتحة ، مثل قميص رجالي أبيض ، تعكس ضوءاً أكثر مما تعكسه الأجزاء القائمة مثل رباط عنق أسود . وتطلق الأعين الكهربائية الدقيقة الموجودة في الايكونوسكوب الإلكترونات على حسب شدة الضوء الساقط عليها . وبذلك يحول الضوء الصادر من الجسم المراد تلفزته إلى عدد من الإلكترونات التي تؤثر على موجات التلفزيون المرسلة إلى محطة استقبال .

الكينوسكوب أو جهاز الاستقبال الحديث

تستخدم أنبوبة أشعة كاثود أخرى في محطة الاستقبال لتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية . تسقط حزمة الإلكترونات على ستار فلوريدي مبين في شكل ١٧٢ ، ويتحكم في شدة ضوء المناطق المختلفة على الستار الفلوريدي بعدد وسرعة الإلكترونات الساقطة عليها من حزمة الكهارب المتحركة بسرعة . ويسمى مثل هذا النوع من أنابيب أشعة الكاثود بالكينوسكوب . وللحصول على الصورة المرسلة بواسطة الايكونوسكوب بدقة ، يجب أن تتحرك حزم الكهارب في الكينوسكوب والايكونوسكوب بنفس السرعة تماماً . وربما تسمح كل منهما المنظر المتلفز أربعاً وعشرين مرة في الثانية . ويسبب استمرار الرؤية في عين الإنسان لفترة زمنية صغيرة بعد زوال الضوء ، تتجمع البقع المضئية مكررة صورة .

ويساعد ميكروفون على إرسال تأثيرات صوتية من المنظر المتلفز . وبذلك

تتكون موجة لإرسال التليفزيون من موجة ضوئية وموجة صوتية ولذلك فانك تسمع وترى في آن واحد .

اختبر معلوماتك

- ١ - اذكر أسماء أجزاء أنبوبة أشعة الكاثود .
- ٢ - عرف : ايكرونوسكوب ، كينوسكوب ، والعين الكهربائية .
- ٣ - اشرح تركيب خلية كهروضوئية .
- ٤ - كيف تحول طاقة ضوئية إلى طاقة كهربائية ؟
- ٥ - كيف تحول طاقة كهربائية إلى طاقة ضوئية في جهاز التليفزيون ؟
- ٦ - اذكر خمسة استعمالات للخلايا الكهروضوئية .

الاتصال والطاقة

يختص العلم الحديث للالكترونات بالتحكم في الالكترونات . ولقد تحققت أشياء غريبة بالتحكم في الالكترونات في الأجهزة الحديثة المستخدمة في الاتصال .

لقد كان أول مصباح متوهج عبارة عن صمام كهربى . وقد صمم ليحول فقط الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية . وعندما اكتشف أن فتيل مصباح التوهج الساخن يطلق الالكترونات ، أمكن استنباط الصمام الكهربى والخلية الكهروضوئية وأنبوبة التليفزيون وذلك بالتحكم في الطاقة الكهربائية . لقد عرفت في هذا الفصل أن الطاقة الكهربائية والطاقة الضوئية والطاقة الميكانيكية تتجمع كلها لإرسال موجات صوتية . وبذلك فنحن نهيء طريقة حياتنا لتشمل استخدام أجهزة جديدة للاتصال السريع .

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الأولى

تستخدم في جهاز التلغراف شفرة النقطة والشرطة لإرسال الرسائل . يحتاج جهاز التلغراف السلكى مغناطيساً كهربياً لعمل نقط وشرط ، التى هى فترات زمنية بين تقطعات تيار كهربى .

لا تحتاج أجهزة التلغراف الحديثة إرسال رسالة باليد ، بل ترسل وتستقبل الرسائل أوتوماتيكياً .

يحتاج إلى مفاتيح توصيل مغناطيسية في الاتصال البعيد المدى لفصل دوائر كهربية محلية .

المسألة الثانية

لا يرسل التليفون الصوت مباشرة على الأسلاك .

يستخدم مرسل التليفون موجات الصوت ليتحكم في تيار كهربى ، ثم يحول التيار الكهربى إلى صوت فى مستقبل التليفون .

المسألة الثالثة

تنشأ الموجات اللاسلكية بتيار متردد .

تقاس الموجات اللاسلكية بالأمتار . ويقاس طولها الموجى المستخدم فى محطة إذاعة بوساطة اللجنة الاتحادية للاتصال . ويسمى عدد الموجات فى الثانية بالتردد .

وتستخدم الأمواج اللاسلكية القصيرة الطول ، التى يقل طول موجتها عن مائتى متر ، فى أقسام البوليس وفى الاتصال بين السفن والأرض ، كما يستخدمها هواة اللاسلكى .

تتحول الموجات الصوتية إلى موجات كهربية فى محطات الإذاعة ، وتولد الموجات اللاسلكية عالية التردد من جهاز إرسال يبعد عادة عدة أميال عن دار الإذاعة.

تستخدم الصمامات الكهربائية فى أربعة أغراض . فبعضها يقوم بتيارات كهربية ضعيفة وبعضها يكبرها . كما يمكن تحويل تيار متردد إلى تيار مستمر بوساطة صمامات كهربية خاصة . وكذلك تنتج موجة لاسلكية مكيفة بوساطة صمام كهربى .

يحول جهاز الراديو (المستقبل) الموجات الكهربائية إلى صوت .

المسألة الرابعة

تستخدم أنابيب أشعة الكاثود مغناطيسات كهربية أو ألواح مشحونة لاجداث انحراف فى مسار حزمة الكترونيات .

تحول خلية كهروضوئية طاقة ضوئية إلى طاقة كهربية .

يتأثر ايكرونوسكوب جهاز التليفزيون بالتيارات الكهربية التى تتغير بتغير شدة الضوء ، ثم تكبر التيارات الكهربية وترسل بواسطة أسلاك ثم ترسل فى الأثير بواسطة موجات لاسلكية .

تسمى أجهزة استقبال التليفزيون بالكينوسكوبات وهى صمامات كهربية كبيرة تحتوى على ستار فلوريس يبين نفس المنظر كالأذى على الايكرونوسكوب . تكبر الموجات الصوتية الساقطة على ميكروفون قريب من منظر متلفز ، ثم يرسل إلى الأثير مع الصورة . وبذلك فنحن نرى ونسمع كل تفاصيل المنظر .

اسئلة للمناقشة

١ - كيف تستخدم المغناطيسات فى ارسال الرسائل تلغرافياً؟ وتليفونياً؟ وبواسطة التليفزيون؟

٢ - ما هى الاكتشافات التى مكنت عمل التلغراف والتليفون؟ واذكر اسم صاحب كل اكتشاف .

٣ - لماذا يكون لكل محطة اذاعة طول موجة معين؟

٤ - لماذا تحتاج دائرة تلغراف بسيط إلى مفتاح؟

٥ - كيف تنتج موجات اللاسلكى؟

٦ - ما هو المقصود بـ « تردد » موجات لاسلكية؟

٧ - اذكر فى جملة واحدة الفكرة الأساسية العلمية المستخدمة فى مرسل التليفون .

٨ - اشرح ماذا يحدث عندما تتكلم أمام مرسل التليفون .

٩ - ماذا يقصد « بالاتصال بموجة قصيرة »؟

١٠ - كيف تتحكم الموجات العمودية فى مرور تيار كهربي؟

- ١١- كيف يحول تيار كهربى إلى موجات صوتية ؟
 ١٢- كيف يصمم صمام كهربى ؟ واذكر أسماء الذين ساعدوا على تحسينه .

تمرين على حل المسائل

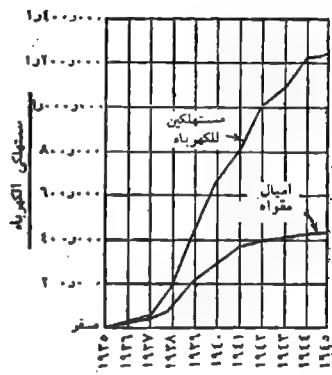
إن العواصف الثلجية نادرة فى تكساس . وعندما بدأ نزول المطر فى منتصف ليلة ٢٦ فبراير ، لم يتوقع بعض الفلاحين الذين كانوا مستيقظين فى دنتون كونتى حدوث الأضرار التى وقعت بالنهار فى اليوم التالى . فقد كان كثير من الحواجز المغطاة بالجليد على الأرض لمسافات بعيدة . وكذلك سببت الريح الآتية من الشمال انفعالا كبيرا على الخطوط التليفونية والخطوط الكهربائية التى تصل شرق المدينة بغيرها . وحتى الظهيرة ، كان كثير من أعمدة أسلاك التليفونات قد كسرت وتقطعت أسلاكها .

قالت مسز سستار لزوجها « يجب أن نشترى جهاز راديو لنعلم بالتحذيرات من تغيرات الطقس السريعة » ثم أضافت « وعلى الأقل لنعرف أنه يجب حلب البقر با ليد حينئذ » ؟

فرد عليها مستر سستار « ونستطيع إشعال المواقد التى فى مساكن الدواجن أيضاً » .

قدرت جوليا سستار العمل الإضافى الذى يجب أن تعمله عندما ينقطع التيار الكهربى . ولا تستطيع الذهاب إلى المدرسة فى مثل هذه الأيام لأن والدتها والدوها يحتاجون لمساعدتها فى رعاية حيوانات المزرعة ثم قالت : « كم من الأعمال توفرها علينا الكهرباء » .

وبعد ذلك ببضعة أيام ، رأت جوليا نسخة من أخبار كهربة المناطق الزراعية فى حجرة العلوم . وكان يشغل الرسم المبين فى شكل ١٧٣ صفحة كاماة .



(شكل ١٧٣)

اختر من قائمة التعبيرات الآتية التعبيرات التي تعتقد أنها معقولة
١ - عدد الأشخاص الذين يستخدمون الكهرباء في دنتون كونتى الآن
أكبر من عددهم في عام ١٩٣٥ .

٢ - عدد المستخدمين للكهرباء أكبر من كل سكان دنتون كونتى .
٣ - مجلة أخبار كهربة المناطق الزراعية نافعة .

٤ - قد ازداد عدد المستهلكين للكهرباء أسرع من زيادة طول الخطوط
الكهربية الممتدة مقدرة بالأميال .

٥ - مبين في الرسم البياني أن عدد المستهلكين في السنة الماضية كان أزيد
من ستة عشر ضعفاً لعدد المستهلكين قبل ذلك بثمان سنوات .

اختر من التعبيرات الآتية التعبيرات التي تحقق التعبير أو التعبيرات
التي اخترتها من القائمة السابقة :

١ - عادة ما تطالب الفلاحين بدفع تكاليف من الخطوط الكهربائية التي
تمدهم بالكهرباء .

٢ - عدد الفلاحين الذين يستخدمون الكهرباء أكبر من البريد الذي يوزع بالبحان .
٣ - حلت مصابيح الإضاءة الكهربائية محل مصابيح البترول والمصابيح

الغازية في حوالى نصف المساكن التي في المناطق الزراعية بأمريكا .

٤ - يحتاج الفلاحون إلى أجهزة الراديو بنفس درجة احتياج الذين يعيشون
في المدن .

٥ - كان نمو جمعية كهربة المناطق الزراعية بطيئاً في أول الأمر .

٦ - مد في عام ١٩٤٥ حوالى ٤٠٠ر٠٠٠ ميل من خطوط كهربية بأعمرها .

٧ - كان عدد المستهلكين في عام ١٩٣٧ حوالى ٧٥٠٠٠ .

٨ - في عام ١٩٤٥ كان أكثر من ١٢٠٠ر٠٠٠ مستهلك يستخدم الكهرباء .

٩ - لا يكون جهاز الراديو نافعاً في مزرعة ما لم يكن بها كهرباء .

١٠ - مد ١٢ر٥٠٠ ميل من الخطوط الكهربائية في عام ١٩٣٧ فقط .

١١ - يحتاج الفلاحون في كل مقاطعة إلى طاقة كهربية .

١٢ - يساعد التيار الكهربى الناس الذين يعيشون في القرى .

١٣ الانتقال من مكان الى آخر

يعرف كثير من الأولاد والبنات من دراستهم لعلم التاريخ أن هورج واشنجطن استغرق يومين في السفر من نيويورك إلى فيلادلفيا . وتقطع الطائرات الآن المسافة بين هاتين المدينتين في أقل من عشرين دقيقة .

وقد تغيرت وسائل النقل كلية خلال الـ ١٥٠ عاماً الماضية ، فالقطارات تعبر القارة في أمان خلال شبكة من الخطوط الحديدية . كما توصل بواخر المحيط الأجزاء الساحلية بالأجزاء الأخرى من العالم ، حاملة الناس والبضائع . وكذلك تزدهم الطرق بالسيارات واللوريات . وتبين وسائل النقل الحديثة أثر كبير من الاكتشافات العلمية .

المسائل التي سوف نعالجها

١ - كيف تسافر براً ؟

٢ - كيف تسافر بحراً ؟

٣ - كيف تسافر جواً ؟

المسألة الأولى - كيف تسافر برا ؟

مع أن الولايات المتحدة أحد البلاد الكبيرة في العالم ، إلا أنها أيضاً من أسهل البلاد التي يمكنك السفر خلالها . ويسكن كثير من الناس حيث يتمكنون من سماع القطارات المسارة ومن رؤية السيارات واللوريات المنطلقة في الطرق المرصوفة . ويمكن ، إذا لزم الأمر ، أن تحمل وسائل النقل عندنا كل سكان الولايات المتحدة في آن واحد . ولا توجد بلد أخرى لها مثل الطرق الملعنى بها جيداً كالتى في بلدنا .

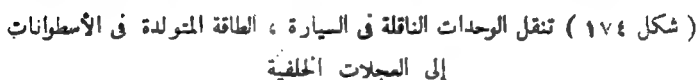
الطرق

كانت الطرق وعرة جداً في ابتداء نشأة بلدنا . وينص قانون جمعية تحسين الطرق الصادر في عام ١٩١٦ على أن كل من الجمعية وحكومات الولايات تساهم بالنصف في تكاليف بناء طرق لنقل البريد . وقد كان قليل من الطرق المستخدمة في عام ١٩١٦ صلبة السطح . وكانت ترص جذوع الأشجار بعضها بجوار بعض في كثير من الطرق لجعلها صالحة الاستعمال خلال العام . وقد كانت هذه الطرق وعرة جداً حتى أنها كانت تسمى طرق « جذوع الشجر فوق أرض إسفنجية » .

وقد كان أول من أدخل الطرق الحديثة المستخدمة في رصف الطرق رجل اسكتلندي اسمه جون ماك آدم . وكانت تمسك قطع الحجارة الصغيرة بعضها ببعض بوساطة أسمنت طبيعي من تراب الصخور والماء . وكان الطريق مرتفعاً في الوسط عن الجانبين بوضع بوصات حتى تنصرف المياه إلى البالوعات بسرعة . وكان ماك آدم أحد بنائى الطرق الأولين الذين يعتقدون أن وزن العربة تحمله الأرض نفسها . وقد بنى طرقاً سمكها يقل عن قدم واحدة ولكنه أصر على أن تحفظ التربة التي تحتها جافة . ولتسهيل صرف المياه في البالوعات ولتقليل الأتربة ، كانت أسطح الطرق تغطى بطبقة من القار الساخن وتسوى حتى تكون ملساء . وتسمى مثل هذه الطرق والشوارع بأسطح ماك آدم (المكدام) . ويخلط عادة القار الساخن والأسفلت مع الحصى قبل أن يغطى به سطح طريق مكون من كتل صخرية كبيرة .

ولعلك قد رأيت طرقاً ترص بالأسمنت المسلح . وآلات كبيرة لخلط الأسمنت المسلح مثبتة على جرارات أو لوريات . وترصف الطرق هذه الآبام باستخدام كثير من الآلات الأخرى . ويدفع الجزء الأكبر من تكاليف رصف الطرق من أموال الضرائب على الخازولين ومن ضريبة رخص السيارات واللوريات .

ربما تكون منتظراً بفزع الصبر ذلك اليوم الذي تقود فيه سيارة . ولذلك



الوصلة المفصلة

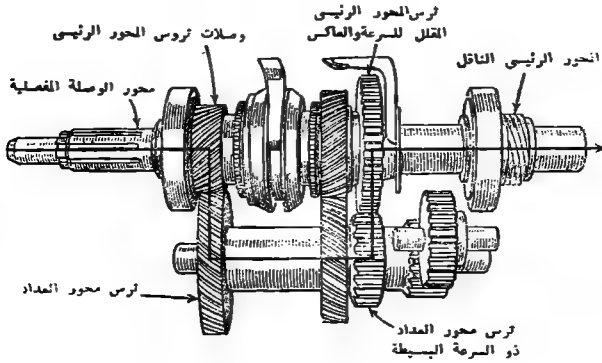
وللوصلة المفصلية عادة مجموعتان من ألواح الاحتكاك . ويتصل أحد الألواح بمرفق (كرنك) الآلة ويتحرك عندما تكون الآلة دائرة ، ويتصل اللوح الآخر بالعمود الذي يدور مع وصلات التروس . ويثبت لوحا الاحتكاك مع بعضهما جيداً بواسطة زنبرك . ويبعد السائق اللوحين عن بعضهما وذلك بدفع بدال الوصلة المفصلية إلى أسفل وبذلك تكون طاقة الآلة غير متصلة بوصلات التروس أو بالعجلات الخلفية . وعندما يرفع السائق قدمه تدريجياً

عن بدال الوصلة المفصلية ، فانه يسمح بذلك للزبرك أن يقرب اللوحين من بعضهما . وعندئذ تبدأ السيارة في التحرك .

وكثير من السيارات الحديثة ليس لها بدال وصلة مفصلية . وبعضها الآخر له بدال وصلة مفصلية ولكن ليس بها ألواح احتكاك . ولكن ، بدلا من ألواح الاحتكاك ، يوجد بها عجلتان مسننتان موضوعتان متقاربتان في وعاء مملوء تقريبا بالزيت . وتنتقل الطاقة من إحدى العجلات الدائرة إلى أسنان العجلة الأخرى بوساطة الزيت ، ويسبب دورانها .

وصلات التروس

تضبط سرعة السيارة إلى سرعة آلتها بوساطة وصلات تروس . عندما



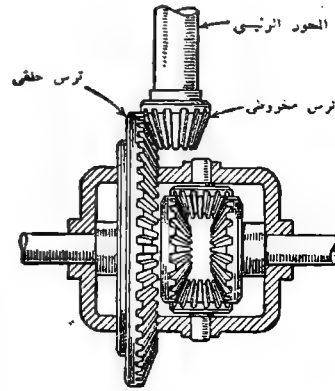
(شكل ١٧٥) وصلات تروس . طارات التروس غير متساوية الأقطار .
يتحرك ترس على محور العداد لتتشابك أسنانه مع أسنان المحور الرئيسي لضبط
سرعة السيارة إلى السرعة المناسبة

تتداخل أسنان طارقي ترسين لهما نفس عدد الأسنان . فيدوران بنفس السرعة . وإذا لم تكن لهما نفس عدد الأسنان ، فان الترس ذا الأسنان الأقل يدور أسرع . أما في الترس الخافض والعاكس فان محور الدوران الرئيسي يدور ببطء أكثر من مرفق (كرنك) الآلة ، وبذلك تكتسب قوة على حساب السرعة . ويعمل الترس المحرك المتصل بمرفق الآلة حوالى ثلاث دورات ونصف دورة لكي يدور المحور الرئيسي دورة واحدة . وفي ترس ثانى سرعة

يدور مرفق الآلة بسرعة مقدارها حوالى $1\frac{1}{4}$ مرة قدر سرعة المحور الرئيسى .
وتزيد مجموعة تروس ثانى سرعة من سرعة السيارة ولكن الفائدة الآلية أقل
فى ترس ثانى سرعة من الترس الخافض وذلك لأن عدد أسنان التروس المتداخلة
متساو تقريباً . أما فى الترس العالى فان المحور الرئيسى يدور بنفس سرعة دوران
المرفق حيث أن التروس المتداخلة لها نفس عدد الأسنان . ولكثير من السيارات
الحديثة أجهزة نقل تروس أوتوماتيكية .

منظم السرعة

تدور العجلات الخلفية بنفس السرعة ما دامت السيارة متحركة فى خط
مستقيم سواء إلى الأمام أو إلى الخلف . أما فى
طريق منحني ، فيجب أن تدور العجلة الخلفية
عند خارج المنحنى أسرع من العجلة الخلفية
عند مدخل المنحنى . ويوجد بين العجلتين
الخلفيتين من أربعة إلى ستة تروس تنقل
طاقة الآلة إلى العجلة ذات المقاومة الصغيرة
المراد التغلب عليها . وتسمى مجموعة هذه
التروس بمنظم السرعة . وبدون منظم السرعة ،
تنزلق العجلة الخلفية عند خارج المنحنى حيث
أنها يجب أن تتحرك مسافة أكبر من التي
تتحركها العجلة الخلفية الأخرى فى نفس
الزمن .



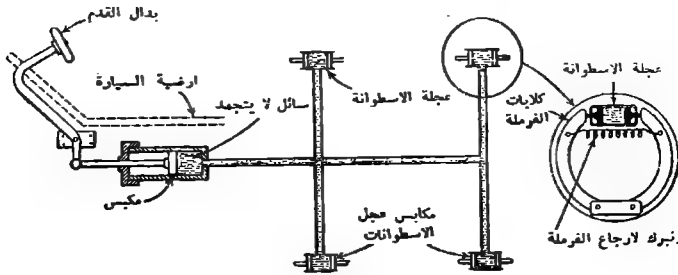
(شكل ١٧٦) وصلات تروس لاختلاف
السرعة . ينقل المحور الرئيسى قوة بواسطة
وصلات تروس منظم السرعة إلى العجلات
الخلفية . يمكن منظم السرعة العجلتين
الخلفيتين من أن تدورا مستقلين

تنغرس أحياناً سيارة فى الطين حتى إذا كانت إحدى العجلتين الخلفيتين
ترتكز جيداً على رصيف . وينقل منظم السرعة طاقة إلى العجلة التى فى الطين ،
ولكنها تدور حول نفسها لعدم وجود قوة احتكاك كافية لدفع السيارة .

الفرامل

هناك خمسة أنواع للفرامل المستخدمة فى السيارة واللوريات وهى :
فرامل هيدروليكية ، ميكانيكية ، هوائية ، مفرغة ، وكهربية . ومعظم

السيارات مجهزة بأجهزة فرامل هيدروليكية . ففي هذا النوع من الفرامل ، عندما يجذب بدال الفرملة إلى أسفل ، فإنه يضغط على السائل الموجود في اسطوانة رئيسية . ثم ينقل هذا الضغط بواسطة السائل الموجود خلال أنابيب إلى اسطوانة رقيقة المقطع في جهاز الفرملة بكل عجلة من العجلات الأربع . ويوجد في جهاز الفرملة قرص فرملة يدور مع العجلة . كما توجد قطع دائرية بداخل قرص الفرملة أصغر قليلا من قرص الفرملة وتسمى بكابلات الفرملة . وتثبت كابلات الفرملة على محور ولا تدور أثناء دوران العجلات . وتوجد بطانة الفرملة بين الكلاب والقرص ، وهي مثبتة في كلابات الفرملة . وعندما تحرك بدال الفرملة إلى أسفل ، يدفع الضغط الهيدروليكي الذي في اسطوانات العجلة يدفع الكلابات على قرص الفرملة وبذلك يقلل الاحتكاك بين البطانة والقرص سرعة المركبة .



(شكل ١٧٧) جهاز فرامل هيدروليكي . تتضاعف قوة صغيرة مؤثرة على بدال القدم وتنتقل بواسطة السائل الذي في الأنابيب إلى فرامل العجلة

وتستخدم أسلاك غليظة وقضبان في جهاز الفرملة الميكانيكي لنقل القوة من بدال القدم إلى كلابة الفرملة . وتعمل الفرامل الهوائية بواسطة مكبس يعمل بهواء مضغوط يمر في أنابيب مطاطية مرنة . ويدفع زنبك قوى المكبس إلى الخلف عندما يترك بدال الفرملة . وربما قد سمعت صوت اندفاع الهواء مباشرة بعد وقوف قطار أو بعد وقوف لوزي ثقيل عند مفترق الطرق . وستعرف عوامل أخرى للتحكم في قيادة السيارة عندما تقودها بنفسك . وستجد في الفصل السادس والعشرين بعض الإرشادات لتساعدك في تعلم القيادة بمهارة وباطمئنان .

تؤثر السيارة على نظم حياتنا

لقد غيرت السيارة نظم حياة كثير من الناس في الولايات المتحدة حوالى عام ١٩٢٠ . فلقد غيرت مثلاً المجتمع الذى يعيش فى المناطق الزراعية فى نواح عديدة . فحتى عام ١٩٢٠ كان مريض شخص يعيش فى المناطق الزراعية مشكلة كبيرة . وكان سقوط مطر غزير أو سقوط الحليد بكثرة كان يؤخر وصول الطبيب عدة ساعات .

وكان كثير من العمليات تجرى فى مطابخ المزرعة ، وكان يعنى بمريض التهاب الرئوى فى المنازل لأن نقلهم إلى المستشفى كان صعباً . فى حين أن المنازل الريفية كانت غير صحية كما يجب ، ولم يكن التمريض مهنيًا ، ولذلك كانت الوفيات كثيرة . أما اليوم ، فانه يمكن نقل المريض حيث كل وسائل العلاج والطمأنينة فى تناول اليد كبتك دم وأكسجين وجهاز أشعة اكس .

ويقود الآن مبعوث متمرن خريج كلية زراعية سيارة ليعرض تجارب لحفظ الأغذية فى علب أو عيادات صحية أو مدارس تعليم فن الطبخ أو تأثيث المنزل وبرامج زراعة الحديقة . وتقود ربات البيوت السيارات إلى مثل هذه الاجتماعات .

إن سيارة المزرعة هى سيارة عمل . ويحرق الرجال ويزرعون ويحصدون المحصولات بالآلات . وتعمل عربى المسافرين رحلات عديدة إلى محلات الحدادين وإلى محلات البيع بالمزرعة لشراء أجزاء الآلات وما يحتاج إليه من الأشياء . كما تنقل سيارة المزرعة البيض والفاكهة والدواجن ومنتجات الألبان إلى الأسواق .

وقد كانت التغيرات فى حياة المدن كثيرة خلال السنوات التى ازداد فيها شراء السيارات من عشرة ملايين سيارة إلى أكثر من أربعين مليون سيارة . وقد فكرت المجالس البلدية فى عمل شوارع أعرض ذات أفاريز وإشارات مرور وقواعد للمرور . وقد انتقل الناس من المنازل الكثيرة المتقاربة القريبة من مصنع ما أو من جوار شارع للسيارات مؤدى إلى المصنع وانتقلوا إلى ضواحي

المدن . وقد فتحت المحلات التجارية الكبرى فروعاً لها في الضواحي مقدمة مكاناً لوقوف السيارات بالحجان بالقرب من محلاتها التجارية .

وقد بُنيت المحلات التجارية والأسواق الراقية ومحطات البنزين ومحلات بيع السيارات ودور السينما والكنايس والمدارس بسرعة في هذا المجتمع الآخذ في النمو .

وتستأجر عائلة كاملة سيارة رحلات طويلة في الإجازة . ويركب الغني والفقير في سيارات تجرى على نفس الطريق .

وتستخدم صناعة السيارات وبيعها وصيانتها ملايين من الموظفين . وكثير منها أعمال تجارية صغيرة كأماكن تنظيف السيارات ومحلات تصليح السيارات . وكثير من الأعمال المحيطة بالخدمات وسبل الراحة التي تساعد في رفع مستوى المعيشة ترجع إلى المركبات المتوتورية . فركب ملايين الأطفال يومياً أوتوبيسات المناطق الزراعية للذهاب إلى مدارس أرقى . وأما اللوريات الخاصة بتصليح الخطوط التليفونية ولوريات نقل البريد وسيارات المكاتب المتقلة ، إلا بعض المركبات التي تجرى على الطرق .

القطارات والأوتوبيسات

منذ أقل من نصف قرن ، استخدم الناس السكك الحديدية في تنقلاتهم البرية . ويسافر اليوم آلاف من الناس في رحلات طويلة في أوتوبيسات حيث أن الانتقال بالأوتوبيسات نظيف وسريع ورخيص . ولقد أدى التنافس بين القطارات والأوتوبيسات إلى تقدم كبير في السفر بالسكك الحديدية . وتجد أن القطارات الحديثة انسيابية وسريعة ونظيفة . وتمتد آلات الديلز ، التي تعمل باشتعال البترول ، الطاقة ويمكن التحكم فيها بسهولة . كما أن الأوتوبيسات التي تربط المدن بعضها ببعض تكون عادة مكيفة الهواء .

عندما تفكر في السكك الحديدية ، ربما تفكر في قطارات الركاب في أول الأمر . ولكن ربما تكون قد رأيت ساحات الشحن وأرصعة الشحن بجوار

السكك الحديدية . ولعلك رأيت كذلك صناديق الآلات الكبيرة وهي تحمل على عربات سكة حديد مسطحة . وربما قد اضطرت للانتظار عند مزلقان السكة الحديد حتى تمر عربات فحم كثيرة . وتستخدم السكك الحديدية عربات مبردة (ثلاجات) لنقل الأطعمة القابلة للتلف . كما تحضر السكك الحديدية المواد الخام للمصانع وتنقل المنتجات بعد صنعها . وقد ساعدت السكك الحديدية في الأيام الأولى لبلدنا من فتح الغرب والاستقرار فيه والرق به . وما زالت إلى الآن إحدى وسائل النقل الحيوية .

اختبر معلوماتك

- ١ - كيف حسنت الطرق في الولايات المتحدة ؟
- ٢ - اشرح كيف يتحكم سائق سيارة أو سائق لورى في نقل الطاقة باستخدام وصلة مفصلية .
- ٣ - اذكر أسماء أجهزة الفرامل المستخدمة في السيارات واللوريات .
- ٤ - عرف : قرص الفرملة : كلابة الفرملة ، وبطانة الفرملة .
- ٥ - كيف تحسن الانتقال بالأتوبيس وبالقطار ؟

المسألة الثانية - كيف تسافر بحراً ؟

يختلف حجم وشكل السفن التي تمخر عباب الماء أكثر من المركبات التي تسير على الأرض . فينتقل قارب عريض مسطح في الأنهار والقنوات وعبر البحيرات وبين موانئ المحيط . وترتفع قوارب السباق الشراعية ذات الصواري المرتفعة جداً في الماء بزاوية يظن غالباً أنها خطيرة . وتقوم بواخر المحيطات الكبيرة برحلات منتظمة من قارة إلى أخرى . كما تحرك السفن التجارية التي تزن آلاف الأطنان بوساطة آلات ديزل أو تكون مجهزة بتربين دائر بسرعة فائقة .

قاعدة أرشميدس

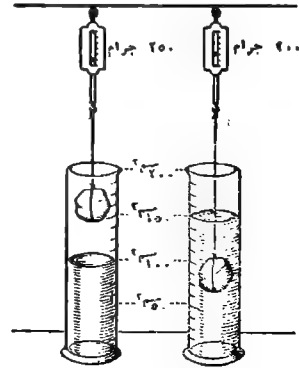
لكي تفهم لماذا يمكن السفر بحراً ، يجب أن تعرف أسباب طفو بعض الأجسام وأسباب انغمار بعضها الآخر . وقد وجد تعليل ذلك أرشميدس وهو

عالم رياضى يونانى عاش منذ ٢٢٠٠ سنة مضت . وقد اكتشف أنه عندما يطفو جسم أو ينغمر فى الماء ، فإنه يجذب إلى أعلى بقوة مساوية لوزن الماء المزاح . ويسمى هذا التعبير بقاعدة ارشميدس . وستساعدك التجربة التالية لفهم هذه القاعدة .

تجربة ١٤٥

هل يفقد الجسم بعض وزنه عندما ينغمر تحت الماء ؟

علق قطعة حجر صغيرة فى ميزان زنبركى وعين وزنها بالخرامات . صب ماء كافياً فى مخبار حتى يغطى الحجر تماماً بدون أن ينسكب من المخبار . قس حجم الماء بالسنتيمترات المكعبة . اخفض الحجر تدريجياً فى الماء إلى أن يغمر تماماً . عين وزنه ثانياً . ما هو النقص الظاهرى فى وزن الحجر ؟ والآن عين قراءة المخبار . كم من السنتيمترات المكعبة من الماء أزاحتها الحجر ؟ احسب الآن وزن الماء المزاح (١ سم^٣ من الماء يزن ١ جم) . ما هو



(شكل ١٧٨)

نسبته إلى النقص الظاهرى فى وزن الحجر عندما غمرت ؟

ظهر أن الحجر قد قل وزنه عندما غمر فى الماء ، لأن الماء دفعه إلى أعلى . وتسمى هذه القوة العلوية للسائل بالدفع . وقد رأيت فى تجربتك أن دفع الماء كان مساوياً لوزن الماء المزاح . وكلما كبر حجم الماء المزاح ، كبر وزنه ، وبذلك يزداد الدفع .

وستساعدك التجربة التالية لفهم سبب طفو الأجسام الثقيلة كالقوارب مثلاً .

تجربة ١٤٦

لماذا كان شكل الجسم الطافى مهما ؟

اعمل كرة مصمته من قطعة رقيقة من الرصاص (أو الألومنيوم) ثم اسقطها بلطف فى وعاء مملوء جزئياً بالماء . اخرج الكرة من الماء وسطحها

وإثنى أطرافها قليلا إلى أعلى ثم انزل « قاربك » إلى سطح الماء . هل يمكنك تفسير انغمار الكرة وطفو « القارب » ؟

عندما كانت قطعة الرصاص الرقيقة على شكل كرة ، فلم ترح كثيرا من الماء . وكان وزن الماء الذي أزاحته أقل من وزن الرصاص . وبذلك لم يكن دفع الماء كثيرا بدرجة كافية لدفع الكرة إلى أعلى سطح الماء . وعندما شكلت قطعة الرصاص على شكل « قارب » بسيط ، كان حجم « القارب » أكبر من حجم الكرة ، وبذلك أزاح « القارب » ماء أكثر مما أزاحته الكرة . ولما كان حجم الماء المزاح يزن أكثر من وزن الرصاص ، فإن دفع الماء سبب طفو « القارب » وتبقى السفن بحيث تزيح ماء كافياً يحفظها بحمولاتها طافية .

الغواصة

يمكن للغواصة ، كما تعلم ، أن تبقى تحت سطح الماء أحيانا ، وتطفو في أغلب الأوقات . وعند انغمارها تحت الماء ، تقفل جميع الفتحات التي على سطحها ويدفع ماء المحيط بداخلها في خزان . وعندما يزداد وزنها عن وزن الماء المزاح بها ، فإنها تنغمر تحت سطح الماء .

يزداد ضغط الماء كلما زاد العمق ، وبذلك ربما تنطبق غواصة إذا استقرت على قاع محيط عميق . ولكي تطفو على السطح ، يطرد ماء المحيط من الخزان بواسطة هواء مضغوط . وتساعد زعانف الغواصة الخارجية في ميل مقدمتها إلى أسفل عندما تنغمر وتنعكس الزعانف عندما تطفو . وتحرك الغواصة ، عندما تكون على سطح الماء ، آلات ديزل ، كما يحركها وهي تحت سطح الماء مواتورات كهربية تحصل على طاقتها من بطاريات مركبة كبيرة . وتشغل آلة الديزل مولداً كهربياً يشحن البطاريات عندما تكون الغواصة على سطح الماء .

وللغواصات الحديثة أجهزة تمكنها من البقاء تحت الماء لمدة شهرين . وهذا الجهاز عبارة عن أنبوبة مفتوحة تمتد إلى عدة أقدام فوق الغواصة .

وتتحرك الغواصة في عمق يحفظ طرف الأنبوبة العلوى فوق سطح الماء مباشرة .
ويدفع خلال هذه الأنبوبة الهواء النقي إلى داخل الغواصة كما تدفع الغازات
غير المرغوبة بوساطة مضخات إلى خارج الغواصة من نفس الأنبوبة . ويسمى
جهاز التنفس هذا بالسنوركل .

اختبر معلوماتك

- ١ — لماذا يظهر جسم أنه يزن في الماء أقل من وزنه في الهواء ؟
- ٢ — اذكر قاعدة ارشميدس .
- ٣ — لماذا تنغمر وتطفو الأجسام في الماء ؟
- ٤ — كيف تغوص الغواصة وكيف تطفو على سطح الماء ؟
- ٥ — كيف تتحرك الغواصة فوق سطح الماء ؟ وكيف تتحرك وهي تحتها ؟

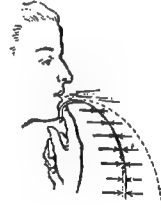
المسألة الثالثة - كيف تسافر جوا ؟

ترجع رغبة الإنسان في السفر جواً إلى زمن بعيد . وقد كان الاغريق
القدماء من أوائل الذين فكروا في الانتقال جواً . وربما تتذكر الخرافة الشائعة
عن ديدلاس واكاسوس اللذين حاولا الطيران بأجنحة من الريش . ثم اخترع
البالون حوالى عام ١٨٠٠ . أما اليوم ، فان الطائرات هي إحدى وسائل
الانتقال السريعة المحبوبة .

وقد قام أورفيل رايت في عام ١٩٠٣ بأول تخليق بطائرة . وبقي في الجو
لمدة عدة ثواني ولكنها كانت بالغة الأهمية نظراً للطريقة التي تحكم بها في موازنة
الطائرة . إذ ربطت حبال بأطراف الأجنحة لتغيير شكلها . وبذلك يمكن
التحكم في الطاقة الرافعة لكل جناح . وكان هناك جناح صغير في المقدمة وقابل
للحركة ، يستخدم في تحريك الطائرة إلى أعلى أو إلى أسفل . وأصبحت الآن
هذه العوامل الأساسية في التحكم أجزاء كل طائرة تطير اليوم . وقد كان
هناك بالطبع كثير من التحسينات منذ أن قدم أورفيل رايت وأخوه ويلبر رايت
للتاريخ أول طائرة نجحت في الطيران .

كيف تبين سبب تحليق طائرة فى الجو ؟

امسك بكلتا يديك قطعة كبيرة من الورق وضعها أمام ذقنك بحيث يكون سطحها العلوى المقوس تحت أنفك مباشرة . أطلق زفيرك بانتظام على الورقة ولاحظ حركة الورقة . ويمكنك رؤية تأثير ذلك على الورقة جيداً إذا نظرت إلى مرآة . اخفض الآن الورقة حتى تصبح تحت شفتيك مباشرة كما هو مبين فى شكل ١٧٩ . اطلق زفيرك مرة أخرى بانتظام على جزء الورقة المقوس إذا كنت قد ضبطت وضع



(شكل ١٧٩)

الورقة جيداً ، فسيسبب الهواء الخارج من رثتيك استواء جزء الورقة السفلى واهتزازه بعنف .

فعندما أطلقت زفيرك فى أول مرة ، تحركت الورقة لأن الهواء سقط على سطحها السفلى . وعندما أطلقت زفيرك فى المرة الثانية ، حاول التيار الهوائى الذى فوق الورقة المقوسة أن يسرى فى خط مستقيم . ونظراً لأن تيار الهواء الخارج من رثتيك مدفوع فى جزئيات هوائية أخرى ، فانه يمر فوق السطح المقوس العلوى ، خافضاً ضغط الهواء على السطح العلوى . وبذلك يكون ضغط الهواء تحت الورقة أكبر من ضغطه فوقها ولذلك ترتفع الورقة .

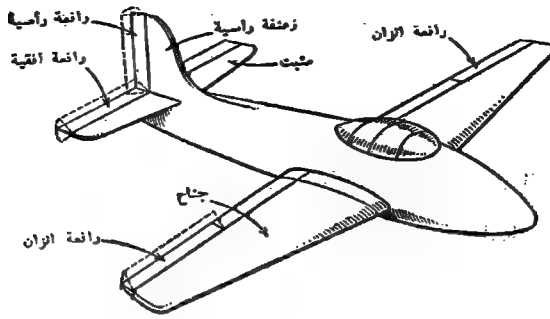
ويحدث نفس التأثير على جناح طائرة عندما تكون الطائرة متحركة . ويحدث الضغط الكبير الذى تحت الجناح معظم القوة التى ترفع الطائرة . وتطير الطائرات لأن للهواء قصوراً ذاتياً . وللمحرك الدائر سطح مستو فى مؤخرة النصل . ويدفع الهواء المحرك ذا الحركة البريحية إلى الأمام . ويزداد فرق الضغطين العلوى والسفلى على الجناح كلما ازدادت الطائرة من سرعتها . ويجب على كل طائرة أن تواصل الحركة حتى تحصل على الفرق فى الضغطين وإلا سقطت نظراً لصغر القوة الرافعة فى هذه الحالة .

التحركات التى يتحكم فيها الذنب

يتحكم فى تحركات طائرة تطير فى الجو إلى أعلى وإلى أسفل بواسطة روافع متحركة مرفوعة فى الذنب . ويرفع ضغط الهواء الذنب عندما تحرك الروافع الأفقية إلى أسفل . ويرفع هذه الروافع يحرك الذنب إلى أسفل فى حين أن مقدمتها تتحرك إلى أعلى . ويتحكم فى الاتجاه التقدى للطائرة بواسطة الرافعة الرأسية . إذ يدير قائد الطائرة الرافعة الرأسية فى الاتجاه الذى يريد أن تتحرك فيه مقدمة الطائرة .

تحركات الجناح

نوجد قطعتان متحركتان مثبتتان أفقياً فى طرفى الجناحين يساعدان فى حفظ توازن الطائرة ، ويسميان روافع اتزان . فإذا انخفضت إحدهما ، ارتفعت الأخرى وعندما تنخفض إحدى روافع الاتزان ، يميل جسم الطائرة كله ويرتفع هذا الجناح عن مستوى الجناح الآخر .



(شكل ١٨٠) الأجزاء الرئيسية فى طائرة

ولدراسة الأجزاء الرئيسية فى الطائرة ومواقعها ، ادرس شكل ١٨٠ . وتخيل أن الطائرة تطير فى الجو عندما تنظر إليها . وأن تيارات الهواء متحركة فوق كل أسطح الطائرة .

تساعد الأجنحة الطائرة أثناء طيرانها . ومثبتات الذنب صلبة متماسكة وتحفظ الذنب من التذبذب إلى أعلى وإلى أسفل . كما تمنع الزعنفة الرأسية

الذنب من التحرك بسرعة إلى اليمين وإلى اليسار . ويتم توجيه الطائرة بوساطة الرافعة الرأسية بالذنب وبذلك يتحكم في الاتجاه التقدمي للطائرة . وتؤثر الروافع في وضع الذنب إلى أسفل أو إلى أعلى لكي ترتفع الطائرة أو تنخفض أثناء الطيران . وتساعد رافعة الاتزان في الجناح على إمالة الأجنحة أثناء الدوران .

ومنذ ربع قرن ، كان يستخدم في بلادنا طريق جوى واحد عبر القارة . أما اليوم فهناك خطوط جوية للركاب والبريد تربط نحو ثلاثمائة مدينة في جميع أنحاء الثماني والأربعين الولاية ، تربطها بعضها ببعض .

ولأحد مراكز النقل الكبيرة مكان لمبوط طائرات الركاب تبلغ مساحته ميل مربع . ويزيد أطول مدرج أرضي للطائرات عن ميل بين ركنين متقابلين للمربع . وتتقاطع المدارج الأرضية للطائرات مع المدرج الأطول نظراً لتغير اتجاه الرياح ، ولأن الطائرات تهبط على المكان وترحل عنه أثناء هبوب الرياح .

ويستخدم في صناعة الطيران ميكانيكيون وقائدو طائرات وموظفو صرف تذاكر السفر وموظفون مختصون بتسليم الأمتعة للمسافرين وموزعو وموظفو لاسلكي ومهندسون واختصاصيون جويون للتنبؤات الجوية .

البالونات

البالونات أخف من الهواء . فالحقائب الخفيفة الوزن هي التي تملأ بغاز أخف من الهواء . ولذلك فهي تزيج كمية من الهواء ذات وزن أكبر من وزنها نفسها . ولهذا يرفع البالون ضغط الهواء الكبير الذي تحته تبعاً لقاعدة ارشميدس التي تفسر أيضاً سبب طفو أو انفجار الأجسام في الماء . وترفع البالونات في الهواء إلى أعلى كما تدفع فقاعة هوائية إلى سطح سائل . وتحرك بعض البالونات مع التيارات الهوائية كما أن للبعض الآخر محركات متوتورية تستطيع بها أن تتحرك مباشرة في عكس اتجاه رياح قوية . وقد حمل مثل هذا البالون المسافرين والبضائع حول العالم في عشرين يوماً تقريباً . وتسمى البالونات ذات الموتورات الصغيرة بالبليمب . وقد استخدمت بعض هذه البالونات في

الحروب الحديثة للبحث عن الغواصات بالقرب من المناطق الساحلية . كما ثبت بعضها الآخر جيداً في الأرض بوساطة كابلات وساعدت في هجمات مباشرة للطائرات الحربية . وكانت الطائرات الشراعية تقطر أثناء الحرب في الجو بوساطة طائرات ذات محركات لتحمل الجنود ولتقدم دائماً بالطعام والمعدات . وقد وجدت بعض فوائد للطائرات الشراعية في وقت السلم .

طائرات الهليكوبتر وطائرات الأوتوجيرو

لطائرات الهليكوبتر والأوتوجيرو محركات تدور أفقياً فوق الأجنحة . وهي تطير بسرعات صغيرة ولمسافات قصيرة . ونظراً لأن طائرات الهليكوبتر والأوتوجيرو تستطيع الارتفاع عمودياً ، لذا فهي تستخدم في أعمال الإنقاذ حيث لا يوجد هناك طرق أو مطارات . والفرق الرئيسي بين الأوتوجيرو والهليكوبتر هو أن المحرك الأفقي في طائرة الأوتوجيرو لا تحركه طاقة آلية ولكنه يدور بوساطة التيارات الهوائية التي تتكون عندما تتحرك الطائرة إلى الأمام .

اختبر معلوماتك

- ١ — ما هو الجزء الرئيسي الذي أداه الأخوان رايت إلى النقل الجوي ؟
- ٢ — كيف ترتفع طائرة في الجو ؟
- ٣ — كيف يتحكم في طائرة حلقة في الجو ؟
- ٤ — عرف : رافع طائرة ، طائرة شراعية ، بالون ، هليكوبتر، أوتوجيرو ، بليمب .
- ٥ — لماذا يجب أن تستمر طائرة حلقة في التحرك ؟
- ٦ — اذكر بعض استخدامات للبالونات وللبالونات البليمب وللطائرات الشراعية ولطائرات الهليكوبتر ولطائرات الأوتوجيرو .

وسائل النقل والطاقة

بعد تجارب عديدة ، تمكنت وسائل النقل الحديثة من التحكم في الطاقة لنتمكن من انتقالنا بالسيارات والقطارات والسفن والطائرات . وفي آلات

مركبات النقل الحديثة ، تتحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة حرارية ثم إلى طاقة ميكانيكية .

وتتحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية في الآلات التي تحرك غواصة أثناء وجودها تحت الماء . وتستخدم الطاقة الكيميائية لزيت الوقود في شحن البطاريات المركبة الكبيرة الموجودة بالغواصة .

ولم تكن قاطرات السكك الحديدية في أول الأمر سوى آلات بخارية على عربات . كما أن أولى السيارات كانت آلات بترولية مثبتة على عربة بمقعد واحد تتحرك بواسطة سلاسل دراجات . وقد تطورت الطائرات والقاطرات والسيارات في أقل من قرن واحد وأصبحت مركبات انسيابية تستغل طاقة الوقود المحترق والغازات المحبوسة .

وقد قدر أن جالوناً من البترول يعطى طاقة قدرها ١٠٠ مليون قدم . باوند — تكفي لتحريك سيارة صغيرة مسافة تزيد عن ٤٠٠ ميل . وتبين الحقيقة أننا نادراً ما نقطع مسافة تزيد عن عشرين ميلاً عند استهلاك جالون بترول في آلة السيارة . أن تحكنا في الطاقة المستخدمة في الانتقال ما زالت غير مرضية . وربما سيساعد بعضكم في المستقبل في حل المشاكل التي ما زالت موجودة .

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الأولى

تساعد الوصلة المفصلية بالسيارة في نقل طاقة الآلة إلى العجلات الخلفية بمساعدة وصلات التروس ووصلات تروس منظم السرعة .

وكثير من الوصلات المفصلية تستخدم ألواح احتكاك ، ويستخدم بعضها الآخر حركة مائع .

تساعد وصلات التروس في التغلب على القصور الذاتي وفي ضبط سرعة العجلات الخلفية إلى سرعة السيارة أو إلى سرعة آلة اللوري .

ويحتاج إلى وصلات تروس متغيرة لتغير اتجاه الطاقة المؤثرة على المحور الخلفي . كما أنها تسمح لإحدى العجلات الخلفية بالدوران أسرع من العجلة الأخرى عندما تتحرك المركبة في مسار منحني .

تستخدم أجهزة فرامل هيدروليكية في أغلب السيارات وتستخدم اللوريات الثقيلة عادة فرامل هوائية .

المسألة الثانية

يدفع جسم مغمور في الماء إلى أعلى بقوة مساوية لوزن الماء الذي أزاحه الجسم . وهذه هي قاعدة ارشميدس ..

مصادر الطاقة في كثير من السفن هي التربينات البخارية وآلات الديزل والموتورات الكهربائية .

المسألة الثالثة

تعتمد القوة التي ترفع الطائرة في الهواء على حجم وشكل أجنحتها . تساعد روافع الذنب وروافع اتزان الجناحين في التحكم في طيران الطائرة . ترتفع البالونات في الهواء تبعاً لقاعدة ارشميدس . إذ أنها تزيح هواء وزنه أكبر من وزنها .

تدور محركات طائرات الهليكوبتر وطائرات الأوتوجيرو أفقياً .

اسئلة للمناقشة

- ١ - اشرح لماذا يجب أن يكون للسيارات واللوريات والأوتوبيسات وصلات تروس لتغير السرعة .
- ٢ - لماذا يستطيع أن يطفو شخص ما على ماء محيط بسهولة أكثر عما إذا كان في نهر أو في حمام سباحة ؟
- ٣ - ماذا تصير إليه طاقة الفحم عندما يحترق في آلة قاطرة سكة حديد ؟
- ٤ - تغطي بعض السفن الحربية بألواح من الصلب يزيد سمكها عن قدم واحدة . فسر كيف يمكن لمثل هذه السفينة الثقيلة أن تطفو .

- ٥ — ما هي التغيرات التي حدثت في السيارات وساعدت على زيادة سرعتها ؟
 ٦ — اذكر فائدة كل من الأجزاء الهامة في الطائرة .
 ٧ — كيف أثر تحسين الطرق في الحياة الحديثة ؟

تمرين على حل المسائل

عندما فكرت عائلة وولكر في رحلة عطلة الصيف من أوهيو إلى كاليفورنيا ، طلب مستر وولكر من ويلما أن تسجل كل المصروفات . وقد ساعدها على تحضير خريطة في مفكرة لتسجيل المسافة المقطوعة بالأميال والبترول والزيوت المشترين وثمان الوجبات وفواتير الفندق وبعض الأشياء الأخرى . وقال لويلما « سأشارك في قيادة السيارة مع والدتك وعليك أن تقرأي الخريطة وتدفعي الفواتير » ثم أردف قائلاً « وسأضع كل صباح مبلغ ٣٠ دولاراً في الحقيبية ويجب أن تكفي ثلاثة أشخاص » .

وعند طرف صحراء وادى الموت حيث كانت درجة الحرارة ١٠٩ ° ، طلب مستر وولكر من عامل محطة البنزين أن يختبر الضغط في كل عجلة ليكون ٢٥ رطلاً على البوصة المربعة . وفي وقت متأخر من عصر ذلك اليوم ، توقف مستر وولكر للمبيت في فندق منظر الجبل . وكان الطريق مغطى بالجليد الذي كان لا يزال يتساقط .

لاحظت ويلما في الصباح التالي أن شكل الإطارات التي في الجهة اليسرى للعربة يبدو غريباً . وأخذت تفكر فيما إذا كان قد حدث لها شيء أثناء الليل .

اختر من قائمة التعبيرات الآتية التعبير الذي تعتقد أنه معقول :

- ١ — كان إطار العجلة اليسرى الأمامية مستويًا .
- ٢ — بدا أن الاطارين متفخخان تماماً بالهواء .
- ٣ — كان الإطاران في الجهة اليسرى من السيارة يبدوان لينين ويحتاجان إلى كمية أكثر من الهواء .

- ٤ - بدا الإطار الأمامى أكبر ليناً من الإطار الخلفى .
 - ٥ - لم ينفخ الإطاران بالتساوى فى اليوم السابق .
 - اختر التعبير الآتية لتؤكد التعبير الذى اخترته من القائمة السابقة :
 - ١ - يتوقع صانعو إطارات السيارات أن يكشف سائقو السيارات على ضغط الهواء كل صباح .
 - ٢ - انخفضت درجة حرارة الهواء عندما قاد وولكر سيارته من الصحراء إلى الجبال .
 - ٣ - يزن الهواء البارد أكثر من الهواء الدافئ .
 - ٤ - الإطارات اللينة دليل على فقد الهواء منها .
 - ٥ - عادة ما تكون إطارات السيارات مستوية فى الصباح البارد .
 - ٦ - عندما تنخفض درجة حرارة الهواء ، يقل أيضاً حجم وضغط الهواء داخل إطارات السيارة .
 - ٧ - يقل ضغط الهواء المحبوس عندما تنخفض درجة الحرارة .
 - ٨ - يقل ضغط الهواء بالارتفاع عن سطح الأرض .
 - ٩ - لا يتأثر ضغط الهواء بدرجة الحرارة .
 - ١٠ - إذا قل ضغط غاز موجود فى وعاء مقفل مرن ، فإن حجمه يزداد .
- تخيل نفسك مكان ويلما ، وانك قررت إجراء تجربة يمكن التحكم فيها لاختبار فروضها . اذكر المسألة واكتب فروضها . واذكر عوامل التجربة وعوامل التحكم . ما هى الأشياء التى يجب أن تسجلها أثناء الذهاب إلى كاليفورنيا خلال المنطقة الجبلية ؟

الوحدة الرابعة

أشياء أخرى لك لتعملها

مقالات يمكنك أن تعدها

- ١ - الآلات الموسيقية عند الشعوب البدائية .
- ٢ - الأصوات في الريف .
- ٣ - الأصوات في المدينة .
- ٤ - التخلص من الأصوات غير المرغوبة .
- ٥ - الاتصال بوساطة الهليوجراف .
- ٦ - مد كابلات عبر المحيط .
- ٧ - أصل الحروف الأبجدية الحديثة .
- ٨ - ماذا يحدث في سنترال التليفونات ؟
- ٩ - التجارب الأولى التي أدت إلى عمل التليفون .
- ١٠ - الأجهزة الحديثة في مكتب تلغراف .
- ١١ - كيف غير التليفزيون عادات الترفيه عندنا .
- ١٢ - كيف ترسل الصور سلكياً ولاسلكياً .
- ١٣ - الخلية الكهروضوئية .
- ١٤ - نبذة عن تاريخ حياة أحد العلماء الآتية : الكسندر جراهام بل ،
لى دى فورست ، روبرت فولتن ، ججليمو ماركوفى ، صمويل
ف . ب مورس ، ويلبر رايت ، وأورفيل رايت .
- ١٥ - الجريدة الحديثة كوسيلة من وسائل الاتصال .
- ١٦ - الرادار واستخداماته وقت الحرب وفى السلم .
- ١٧ - قراءة الجرائد فى الإذاعة اللاسلكية .

- ١٨ - تاريخ الطائرة .
- ١٩ - تاريخ وتطور الآلة البخارية .
- ٢٠ - الطائرات الحديثة .
- ٢١ - السفر جواً في العالم .
- ٢٢ - الطائرة النفاثة .
- ٢٣ - النقل المائي للسيارات .
- ٢٤ - استخدام اللاسلكي في الطيران .

الكتب التي ننصح بقراءتها

Electronics for Young People. Jeanne Bendick McGraw - Hill, 1947.

مشروح في هذا الكتاب ببساطة ، المبادئ الأساسية للألكترونيات واستخدامها في الراديو والسينما والتليفزيون ، كما أنها موضحة بالرسوم والأشكال في الفصلين ١٣ ، ١٤ .

Modern Wonder Book of Trains and Rail - roading. Norman V. Carlisle. Winston, 1946.

يشمل هذا الكتاب تاريخ قاطرات السكك الحديدية وتطوراتها منذ البداية في الولايات المتحدة مع الاهتمام بعلم تخطيط السكك الحديدية . وفي الكتاب إرشادات لبناء نموذج لسكة حديدية كهواية مسلية .

Fun with Science. Mae Freeman and Ira M. Freeman. Random House, 1943.

يوضح تجارب مشروحة للمبادئ العلمية لعلم الصوت والموسيقى بين الصفحات ٣٥ ، ٤٠ وتشمل الأجزاء الأخرى من هذا الكتاب المليء بالصور والأشكال تجارب مماثلة في الميكانيكا والمغناطيسية والعوامل المؤثرة في الطيران .

Television Simplified. Milton S. Kiver. Van Nostrand, 1955,

يشرح المؤلف في لغة بسيطة تركيب مستقبل التليفون . كما يشمل الكتاب أيضاً على التليفزيون الملون . ويوجد في آخر الكتاب اصطلاحات وتعبيرات مصقولة مستخدمة في التليفزيون .

All about Broadcasting. Creighton Peet. Knopf, 1942.

مشروح فى هذا الكتاب المبادئ الأساسية للإذاعة اللاسلكية بطريقة واضحة سهلة .

Gas Turbines and Jet Propulsion for Aircraft. Godfrey G. Smith. Aircraft Books, Inc., 1946.

ستجد فيه شرحاً لأحدث أنواع آلات الاحتراق الداخلى وتصميماتها الخاصة.

Highway Practice in the United States of America. Superintendent of Documents : catalog. No. FW 2. 2:H 53/9. 50 Cents,

ستساعدك الصور والخرائط التى فى هذا الكتاب لفهم تركيب الطرق الأمريكية وتاريخها ومستواها وتصميماتها التى نفذت عليها .

Telecommunication Convention and Radio Regulations. Superintendent of Documents : catalog. No. S 9.10 : 1901 \$ 1.75.

ملخص فى هذا الكتيب القوانين المتفق عليها عام ١٩٤٧ فى اجتماع ضم ممثلى الولايات المتحدة وممثلى ٩٧ دولة أخرى لتحديد ترددات الإذاعات اللاسلكية . وما يخص الاتصالات اللاسلكية العالمية .

بحوث يمكنك ان تقوم بها

- ١ — بحث فى المبادئ الأساسية العلمية التى تتحكم فى اهتزاز الأوتار .
- ٢ — بحث فى المبادئ الأساسية العلمية التى تتحكم فى اهتزاز الأعمدة الهوائية .
- ٣ — بحث فى المواد المختلفة العازلة للصوت .
- ٤ — اعمل مفتاح تلغراف بسيط ومستقبلا له .
- ٥ — بحث فى الأجزاء التى تكون جهاز تليفزيون .

مطبعة مصر ١٨٥٠/٥٧/٣٠٠٠
